

“UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE LA MADERA QUINILLA DE PICOTA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. JIM RUIZ ORBE

ASESOR : ING° SANTIAGO CHÁVEZ CACHAY

CO - ASESOR : ING° CARLOS IRLA CANDIOTTI

TARAPOTO - PERU

2,000

#0048



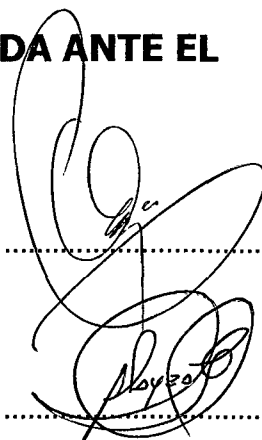
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

"DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA QUINILLA DE PICOTA"

TESIS PRESENTADA, SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO

PRESIDENTE : ING. MG. SERBANDO SOPLOPUCO QUIROGA

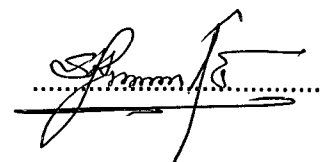


SECRETARIO : ING. ALCIBIADES LAYZA CASTAÑEDA

VOCAL : ING. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO



ASESOR : ING. SANTIAGO CHÁVEZ CACHAY



Agradecimiento al:

ING° Santiago Chávez Cachay

ING° Roberto Morales Morales

ING° Carlos Irala Candiotti

Personas que me brindaron su apoyo desinteresadamente, sin lo cual no hubiese sido posible la ejecución de este proyecto de investigación.

Dedicatoria a:

**Mi madre : Teresa Orbe
Torres, por su constante apoyo y
haber depositado toda su confianza en
mi.**

INDICE

<u>TEMA</u>	<u>Página.</u>
Contracarátula	i
Aprobación de jurado	ii
Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Contenido	v
Resumen	xi

Capítulo I.- Introducción

1.1	Introducción	1
1.2	El problema de la vivienda	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Alcances	3

Capítulo II.- Antecedentes y Marco Teórico

2.1	Antecedentes	5
2.1.1	Antecedentes de usos de la Quinilla colorada	5
2.1.2	Antecedentes de estudios de la Quinilla colorada	5
2.1.3	Nombre científico de la madera Quinilla colorada	7
2.2	Marco Teórico	7
2.2.1	Características morfológicas de la madera Quinilla colorada	7
2.2.2	Características anatómicas de la madera Quinilla colorada	9
2.2.3	Planos de la madera	9
2.2.4	La madera como material de construcción	10
2.2.5	Propiedades físicas de la madera	11
2.2.5.1	Contenido de humedad	11
2.2.5.2	Densidad	11
2.2.5.3	Contracción	12
2.2.6	Propiedades mecánicas de la madera	13
2.2.6.1	Flexión estática	13

	Página.
2.2.6.2	Compresión paralela a las fibras 15
2.2.6.3	Compresión perpendicular a la fibra 16
2.2.6.4	Tracción paralela a la fibra 17
2.2.6.5	Corte paralelo a la fibra o cizallamiento 18
2.2.6.6	Dureza 19
2.2.6.7	Flexión dinámica (Impacto o tenacidad) 20
2.2.7	Factores que afectan el comportamiento de la madera 20
2.2.7.1	Defectos de crecimiento 21
2.2.7.2	Ataque de insectos 21
2.2.7.3	Ataques químicos 21
2.2.8	Secado y protección de la madera 21
2.2.8.1	Secado 22
2.2.8.2	Protección 22
2.2.9	Clasificación visual por defectos 23

Capítulo III.- Materiales y Métodos

3.1	Métodos y Normas de ensayos 35
3.1.1	Generalidades 35
3.1.2	Muestreo y procesamiento de ensayos 35
3.1.2.1	Proceso de muestreo y acondicionamiento de maderas 35
3.1.2.2	Fabricación de probetas 37
3.1.2.3	Ensayo de las propiedades físicas 38
3.1.2.3.1	Contenido de humedad 38
3.1.2.3.2	Densidades 39
3.1.2.3.3	Contracciones 39
3.1.2.4	Ensayo de las propiedades mecánicas 40
3.1.2.4.1	Compresión perpendicular a la fibra 40
3.1.2.4.2	Compresión paralela ala fibra 40
3.1.2.4.3	Flexión estática 41
3.1.2.4.4	Tracción paralela a la fibra 41
3.1.2.4.5	Cizallamiento 41
3.1.2.4.6	Impacto, flexión dinámica 41

	Página.
3.1.2.4.7 Dureza	42
3.2 Métodos de análisis	42
3.3 Métodos de diseño	42
3.3.1 Esfuerzos admisibles	43
3.3.1.1 Factor de reducción por calidad	45
3.3.1.2 Factor de servicio y seguridad	45
3.3.1.3 Factor de reducción por tamaño	47
3.3.1.4 Factor de duración de carga	47
3.3.2 Módulo de elasticidad	48
3.4 Métodos estadísticos	49
3.4.1 Promedio	49
3.4.2 Desviación standard	49
3.4.3 Coeficiente de variación	50
3.5 Métodos de agrupación	50
3.5.1 Considerando lo propuesto en le Norma Técnica E-101	50
3.5.2 Según la Junac - PADT - REFORT, 1979	51
3.5.3 Criterios de agrupación para la dureza y la flexión dinámica	52
3.5.3.1 Agrupación de acuerdo a la dureza de la madera	52
3.5.3.2 Agrupación de acuerdo a flexión dinámica de la madera	53
3.5.3.3 Trabajabilidad	53
3.6 Materiales	54
3.6.1 En la extracción de muestras	54
3.6.2 En la elaboración de probetas	54
3.6.3 En la ejecución de ensayos físicos	54
3.6.4 En la ejecución de ensayos mecánicos	54
3.6.5 En el procesamiento de resultados y presentación de tesis	54

Capítulo IV.- Resultados

4.1 Propiedades físicas y mecánicas	56
4.2 Procesamiento de resultados	145
4.2.1 Generalidades	145
4.2.2 Procesamiento de resultados	145

	Página.
4.2.2.1 Propiedades físicas	145
4.2.2.2 Propiedades mecánicas	149
Capítulo V.- Análisis y Discusión de Resultados	
5.1 Análisis de las propiedades físicas	159
5.1.1 Densidad básica	159
5.1.2 Contracción volumétrica	159
5.2 Análisis de las propiedades mecánicas	159
5.2.1 Módulo de elasticidad	159
5.2.2 Flexión estática	160
5.2.3 Tracción paralela a las fibras	160
5.2.4 Compresión paralela a las fibras	161
5.2.5 Compresión perpendicular a las fibras	161
5.2.6 Corte paralelo a las fibras o cizallamiento	161
5.2.7 Dureza	162
5.2.8 Flexión dinámica o impacto	162
5.3 Gráficos comparativos con otras maderas	162
5.4 Resultados finales	164
Capítulo VI.- Conclusiones y Recomendaciones	
6.1 Conclusiones	166
6.2 Recomendaciones	167
Bibliografía	168
Anexos	
Anexo 1: Ejemplos de aplicación con resultados de la investigación	171
Anexo 2: Ejemplos de aplicación con valores de madera del grupo “A”	178
Anexo 3: Constancia de Identificación de la madera	185
Anexo 4: Constancia de realización de ensayos	186
Anexo 5: Detalles de las probetas al corte y tracción paralela a la fibra	187
Anexo 6: Humedades relativas y temperaturas de medio ambiente en Lima	188

	Página.
Anexo 7: Producción de madera rolliza por departamento y especie	189
Anexo 8: Producción maderera aserrada por departamento y especie	190
Anexo 9: Panel Fotográfico	191

Indice de Figuras

Figura 1: Zona de abundancia de la especie en América	5
Figura 2: Lugares donde existe la Quinilla colorada en San Martín	6
Figura 3: Ubicación de la zona de extracción de las muestras	37
Figura 4: Variabilidad de los especímenes libres de defectos	44
Figura 5: Valor que se define como el límite de exclusión	44

Indice de Cuadros

Cuadro 1: Obtención de los contenidos de humedad en estado verde y seco al medio ambiente	56
Cuadro 2: Obtención de la densidad en estado saturado y básica	57
Cuadro 3: Obtención de la densidad en estado anhidro	58
Cuadro 4: Obtención de la densidad al estado en el medio ambiente	59
Cuadro 5: Obtención de la contracción en estado saturado al medio Ambiente	60
Cuadro 6: Obtención de la contracción en estado saturado al estado anhidro	61
Cuadro 7 - 26: Ensayo a la compresión paralela a la fibra en estado verde	62
Cuadro 27 - 46: Ensayo a la flexión estática estado verde	82
Cuadro 47 - 66: Ensayo a la compresión perpendicular a la fibra en estado verde	102
Cuadro 67 - 86: Ensayo a la tracción paralela a la fibra en estado verde	122
Cuadro 87: Ensayo al corte paralelo al grano o cizallamiento en estado verde	142
Cuadro 88: Ensayo a la dureza	143
Cuadro 89: Ensayo a la flexión dinámica en estado verde	144
Cuadro 90: Resumen de los contenidos de humedad	145
Cuadro 91: Resumen de resultados de los ensayos de densidades	146
Cuadro 92: Resumen de resultados de los ensayos de contracción del estado saturado al medio ambiente	147

	Página.
Cuadro 93: Resumen de resultados de los ensayos de contracción del estado saturado al anhidro	148
Cuadro 94: Resumen de los ensayos a la flexión estática	149
Cuadro 95: Resumen de los ensayos a la compresión paralela a la fibra	151
Cuadro 96: Resumen de los ensayos a la compresión perpendicular a la fibra	153
Cuadro 97: Resumen de los ensayos a la tracción paralela a la fibra	155
Cuadro 98: Resumen de los ensayos al corte paralela al grano o cizallamiento	156
Cuadro 99: Resumen de resultados de los ensayos a la flexión dinámica	157
Cuadro 100: Resumen de resultados de los ensayos a la dureza	158
Cuadro 101: Resultados finales	165

Indice de Tablas

Tabla 1: Factores de reducción a considerarse PADT - REFORT	48
Tabla 2: Agrupación de acuerdo a la densidad básica	50
Tabla 3: Agrupación de acuerdo al módulo de elasticidad	51
Tabla 4: Agrupación de acuerdo a los esfuerzos admisibles	51
Tabla 5: Agrupación de acuerdo a la densidad básica, contracción total y esfuerzos de rotura	52
Tabla 6: Agrupación de acuerdo a la dureza de la madera	52
Tabla 7: Agrupación de acuerdo a la flexión dinámica de la madera	52

Indice de Gráficos

Gráfico 1: Gráficos comparativos con otras maderas según la densidad básica y contracción volumétrica total.	163
Gráfico 1: Gráficos comparativos con otras maderas según las propiedades Mecánicas	163

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera Quinilla colorada de Picota (*Manilkara bidentata*).

El material de ensayo procede del bosque situado en el lugar denominado Shansho, que se encuentra a 35 minutos del distrito de Picota, transportándose en camioneta, por el tramo de carretera Picota – Tingo de Ponaza, este sector según su clasificación ecológica, corresponde a un bosque húmedo tropical.

La recolección y selección de las muestras se realizaron de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas.

Los ensayos físicos se realizaron de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas.

Los ensayos mecánicos de flexión estática, compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, tracción paralela a la fibra, corte paralelo a la fibra, se realizaron con las Normas Técnicas Peruanas, empleándose para ello la Maquina Universal AMSLER para materiales (50 tons or 100,000 lb Testing Machines), posteriormente se determino el contenido de humedad de cada probeta al final de cada ensayo.

Los ensayos mecánicos de flexión dinámica, (impacto o tenacidad), dureza, se realizaron con las Normas AFNOR (Normas Francesas), empleándose para ello la Maquina Universal AMSLER para maderas (4000 kg. Universal Wood Testing Machine), posteriormente se determinó el contenido de humedad de cada probeta al terminar los ensayos.

Las magnitudes se calcularon aplicando los métodos explicados en las Normas Técnicas Peruanas y las Normas Francesas AFNOR, cuyos resultados son aceptables.

Los valores estadísticos que se calcularon fueron la media aritmética, desviación standard, coeficiente de variación y limites.

Todos los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Finalmente los valores obtenidos de los ensayos, se utilizaron para la obtención de los **esfuerzos admisibles**, los cuales son utilizados en el diseño de elementos estructurales de madera, tomándose en cuenta los resultados obtenidos de la investigación para los cálculos en el ejemplo de aplicación.

Capítulo I INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La madera desempeñó un papel muy importante en el avance de la raza humana; el hombre primitivo encontró en el árbol el material para sus primeras construcciones, trabajándola sin utensilios y con la sola ayuda del fuego.

Con la madera levantaron sus cabañas para protegerse de los agentes de la naturaleza, se la empleo posteriormente, como empalizadas de defensa, armas, puentes y de otras formas, llegando finalmente a solucionar el problema de la construcción debido a que se trataba de un material más liviano y trabajable que la piedra.

Desde aquellos tiempos hasta ahora, el uso de la madera se ha perfeccionado, constituyéndose ahora en un material muy importante para la construcción.

En el departamento de San Martín la madera se viene utilizando como material de construcción desde la época colonial, sobre todo en estructuras de soporte (vigas, pilares, puentes, tijerales, etc.), sistemas de pisos, todo esto en ocasiones complementándose con muros de adobe y tapial.

Estas utilizaciones se desarrollan con un criterio empírico basado en la experiencia de los constructores de la selva, sin mayor conocimiento técnico de las propiedades físicas y mecánicas del material; circunstancias que conducen a dimensionamientos exagerados que atentan contra la economía de la construcción.

El presente trabajo pretende que el potencial maderero de esta zona no solo puede utilizarse para fines industriales, sino fundamentalmente para fines constructivos, en procura de abaratar la vivienda y otras obras civiles en la que la madera pueda sustituir a otros materiales de costos muy elevados, que están fuera del alcance de las grandes mayorías de nuestro departamento.

1.2 EL PROBLEMA DE LA VIVIENDA

En el Perú el problema de la vivienda sigue siendo un dolor de cabeza para los gobernantes del país y sus pobladores; este problema se viene incrementando debido a los agentes meteorológicos, tales como el fenómeno del Niño, el cual ocasionó inundaciones en algunos sectores del país, las cuales arrasaron con las viviendas de muchos peruanos. No escapando a los fenómenos naturales nuestro departamento de San Martín, debido a que en Moyobamba ocurren frecuentemente sismos que derriban las viviendas en algunas ocasiones.

Los pobladores rurales del distrito de Picota cuentan con bajos recursos económicos, lo que les impide satisfacer adecuadamente sus necesidades básicas, entre ellos el problema de la vivienda propia; se une a esto la geografía accidentada de nuestro territorio, lo cual encarece el costo de los materiales de construcción por el transporte, ocasionando que en ciertos lugares no se encuentren, o en todo caso sean muy caros.

La falta de vivienda en el ámbito nacional es grande en términos cuantitativos y en aspecto cualitativo, gran porcentaje de la población viven en condiciones deplorables. Los programas habitacionales que se llevan a cabo resultan insuficientes, para solucionar el problema de la vivienda, aún teniendo en cuenta una intensificación de los mismos.

En tal sentido las viviendas de madera están destinadas a las poblaciones de menores recursos económicos, debido a que resultan más económicas, pero más aun se puede disminuir el costo de una vivienda teniendo en cuenta:

- Diseño de los elementos para una cantidad mínima de materiales.
- Selección de materiales para bajar el costo.
- Reducir las distancias de transporte.

Dentro del recurso natural renovable más importante con que cuenta la provincia de Picota, se encuentra la madera Quinilla colorada, que es una de las maderas más abundantes de ese sector en la región San Martín; con la finalidad de facilitar su uso adecuado, se determinará sus propiedades físicas y mecánicas.

Por lo que resulta de mucha importancia, darle un uso racional y técnico en la construcción de viviendas económicas que satisfagan los requisitos mínimos de estabilidad estructural en zonas sísmicas.

1.3 OBJETIVOS

La ejecución de la presente investigación pretende lograr los siguientes objetivos.

- a) Determinar las características físicas de la madera Quinilla colorada de Picota: densidad, contenido de humedad y contracción.
- b) Determinar las propiedades mecánicas de la madera Quinilla colorada de Picota, tales como: dureza, tenacidad, esfuerzo de rotura en el límite proporcional y de trabajo a la compresión paralela a la fibra, esfuerzo en el límite proporcional y de trabajo a la compresión perpendicular a la fibra, esfuerzo de rotura (módulo de rotura en el límite proporcional y de trabajo a la flexión estática y esfuerzo de rotura y de trabajo al corte paralelo de la fibra), esfuerzo a la tracción paralela a la fibra.
- c) Iniciar una investigación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera Quinilla colorada, para que luego de varios estudios posteriores, pueda incorporarse dicha especie maderable al grupo estructural PADT – REFORT.

1.4 ALCANCES

Los alcances de esta investigación son las siguientes:

- a) Con este trabajo de investigación se pretende que las personas que realizan los diferentes tipos de diseño estructural con madera, cuenten con los datos referenciales de las propiedades mecánicas de la madera Quinilla colorada, para que de este modo realicen diseños estructurales mucho más económicos.
- b) Esta investigación servirá como parámetro, para otras investigaciones que en el futuro quisieran realizarse, con respecto a otros usos de la Quinilla colorada.

- c) Disminuir la tala indiscriminada de los bosques debido a que se le dará un uso más racional a la madera Quinilla colorada.

Capítulo II ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Con respecto a los antecedentes de usos y estudios realizados de la Quinilla colorada se puede decir.

2.1.1 ANTECEDENTES DE USOS DE LA QUINILLA COLORADA

En los sectores rurales de la selva de nuestro país, los pobladores, le dan uso a la Quinilla colorada, en la construcción de sus viviendas, puentes, cercos, postes, etc, debido a que es un material de bajo costo; cabe mencionar que es preferida por su alta resistencia así como por su durabilidad ante el ataque de hongos, insectos y la presencia de humedad.

2.1.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS DE LA QUINILLA COLORADA

La Quinilla colorada es un árbol que se desarrolla en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, se puede presentar entre 0 - 500 msnm. Su distribución es desde las Antillas, Panamá, Guayana francesa, Colombia, Perú y el norte de Brasil (figura 1), lugares en los cuales se les da el uso para parquet y herramientas, según MINISTERIO DE AGRICULTURA (6).

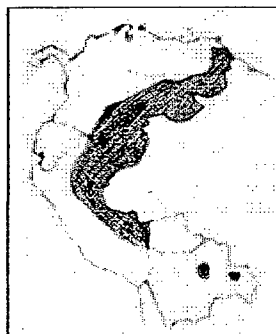
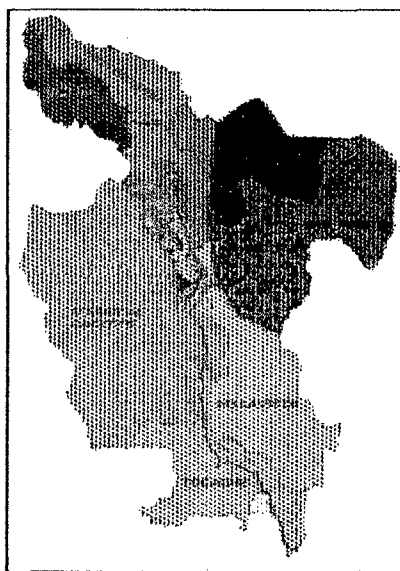


Figura 1. Zona de abundancia de la especie en América.

En el Perú la Quinilla colorada se encuentra en los departamentos de Loreto, Ucayali y San Martín; lugares en los cuales se le da uso para la fabricación de parquet y lo industrializan de esa manera, también es usada sin ningún criterio técnico para postes de alumbrado eléctrico, columnas para cercos perimétricos con alambrados de púas.

Se han realizado estudios sin embargo sobre la reforestación de la Quinilla colorada, específicamente en el departamento de Loreto.

En el departamento de San Martín hasta la fecha no se ha realizado un estudio de las propiedades físicas y mecánicas para la Quinilla colorada, siendo el Distrito de Picota una zona rica en este tipo de madera, por lo que es de necesidad realizarlo, para incrementar el conocimiento al respecto y poder hacer los diseños más económicos.



**Figura 2. La zona sombreada indica
los lugares en donde existe la
Quinilla colorada en San Martín**

Se ha desarrollado sin embargo en San Martín tesis similares, sobre las propiedades físicas y mecánicas de algunos productos forestales, tales como el tornillo y el huayruro, tratando de solucionar en parte el problema de la vivienda.

Se desarrollo de igual manera, un trabajo de tesis que pretendía proporcionar un modelo de vivienda alternativa, construida en su totalidad por madera tornillo.

2.1.3 NOMBRE CIENTÍFICO DE LA MADERA QUINILLA COLORADA

NOMBRE CIENTÍFICO: Manilkara bidentata (A. DC.) A Chev. ssp bidentata.

SINONIMIA: Manilkara barata (Piere) Dubard; Mimusops balata var.sieberi (A. De Candolle).

NOMBRES COMUNES: En Perú, Quinilla, Quinilla colorada, balata, pamashto.

FAMILIA: Sapotacea.

QUINILLA: Madera de alto tallo leñoso, la cual se emplea en la construcción de elementos estructurales, según MINISTERIO DE AGRICULTURA (6).

2.2 MARCO TEÓRICO

De las características morfológicas de la madera Quinilla colorada podemos decir lo siguiente:

2.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA MADERA QUINILLA COLORARA

La parte comercial de la madera Quinilla colorada comprende desde el DAP (Diámetro a la altura del pecho igual a 1.30m sobre el nivel del suelo), hasta las primeras ramas, tiene las siguientes partes:

a) **FUSTE:** Es cilíndrico, altura comercial de 18.00m, con una altura total de árbol de 30m, DAP. de 0.90m, ramifica en la parte terminal conformando una copa abierta, amplia y redondeada.

b) **CORTEZA**: Viene a ser la cubierta protectora del árbol, es de color pardo oscuro, textura compacta y espesor 1.5cm. profundamente fisurada a lo largo del fuste en surcos paralelos, secreta látex blanco de consistencia lechosa resinosa.

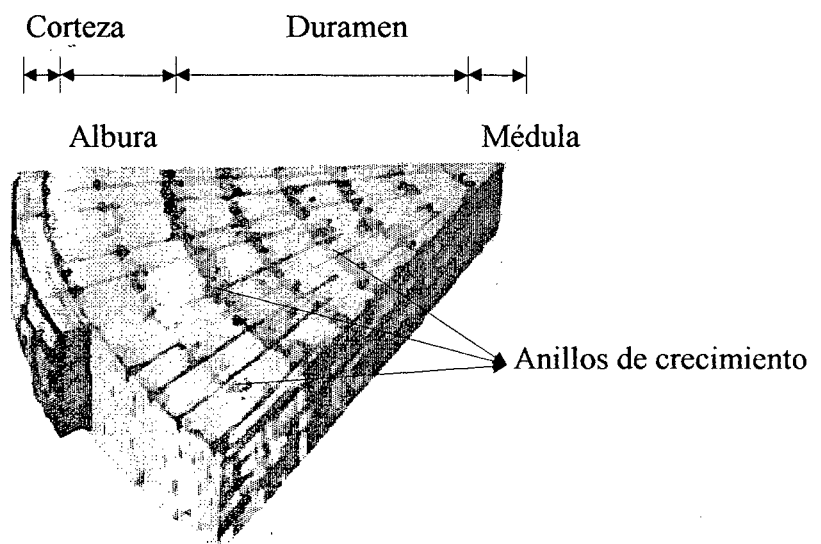
c) **FLOEMA**: Es la parte que se encuentra después de sacar la corteza, esta constituido por células jóvenes las cuales son las encargadas de transportar los alimentos y agua del suelo y las hojas.

d) **XILEMA**: constituido por Albura y Duramen.

ALBURA.- Es la parte exterior del xilema constituidas por células vivas, es de color blanca amarillenta cambiando a marrón rosado, de menor resistencia al ataque de los hongos e insectos que el duramen.

DURAMEN.- Es la zona que rodea a la medula, constituida por células muertas, de color marrón rojizo y es de mayor resistencia al ataque de los hongos e insectos con respecto a la albura.

e) **MÉDULA**: Esta ubicado en la parte central del tronco; esta constituidas por células muertas y resistentes en el caso de la Quinilla colorada no se puede distinguir.



PADT -REFORT, JUNAC (24)

2.2.2 CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA QUINILLA COLORADA

De las características anatómicas de la madera Quinilla colorada podemos decir lo siguiente:

Dentro de la madera Quinilla colorada, existen tres tipos de tejidos, uno de ellos es el tejido vascular, encargado de la conducción de agua y los alimentos, también se encuentra el tejido parenquimático, el cual se encarga del almacenamiento de los alimentos y finalmente el tejido fibroso, el cual se encarga de soportar el árbol en su conjunto, además se sabe que:

COLOR.- Blanca amarillenta y marrón rojizo.

OLOR.- Sin olor.

SABOR.- Sin sabor.

BRILLO.- Sin brillo.

GRANO.- Recto.

TEXTURA.- Fina, según MINISTERIO DE AGRICULTURA (6).

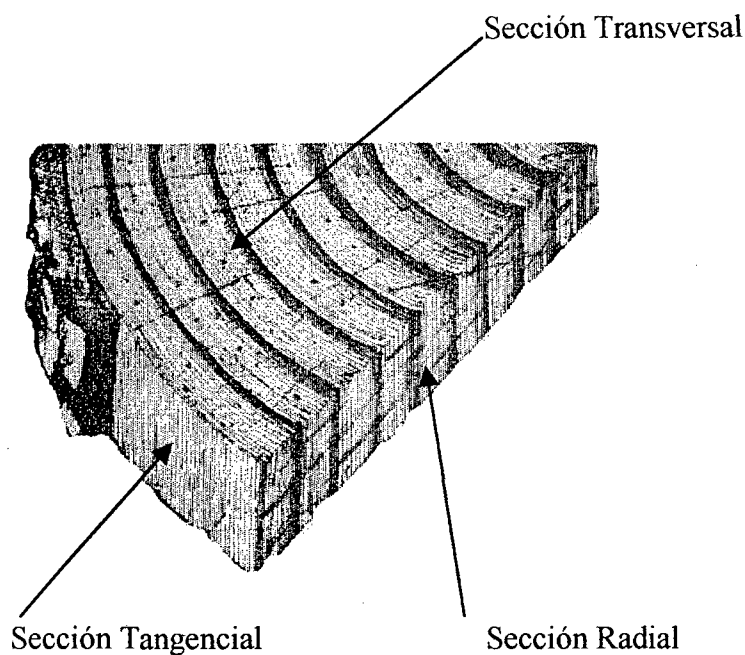
2.2.3 PLANOS DE LA MADERA

Para la comprensión de la orientación de las cargas para la realización de los ensayos mecánicos, es necesario tener el conocimiento de los planos de corte de la madera.

SECCIÓN TRANSVERSAL.- Es el corte practicado perpendicularmente al eje principal del tronco.

SECCIÓN TANGENCIAL.- Cuando el corte se efectúa en forma paralela al eje, se obtendrá una sección longitudinal.

SECCIÓN RADIAL.- Es perpendicular a los anillos de crecimiento y se extiende desde la medula a la corteza.



PADT -REFORT, JUNAC (24)

2.2.4 **LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**

La madera es el único material con el cual se puede construir íntegramente una vivienda, ofreciendo además ventajas con respecto a otros materiales de construcción, debido a que se puede construir en las zonas rurales, a donde es difícil transportar otros materiales, así como el hormigón, cemento, fierro, arena, piedra, ladrillos, etc.

COMERCIALIZACIÓN.- La madera se emplea tal como se la obtiene del árbol. Excepto cuando se realiza un secado artificial y uso de preservantes, el único proceso que sufre es el cortado con las herramientas.

La madera se comercializa por volumen siendo la cubicación cuantificada en metros cúbicos (m³). Un metro cubico equivale a 424 pies tablares.

El precio de los tableros a base de madera se cotiza por metro cuadrado (m²). Para un determinado espesor, o también por pie cuadrado en aquellos países o regiones que usan estas unidades, según PADT -REFORT, JUNAC (24).

MADERA ESTRUCTURAL.- Es aquella madera que constituye el armazón estructural de la edificación; es decir forma parte resistente de componentes como muros, paredes, techos, pies derechos, columnas, vigas, cerchas, entre otros.

2.2.5 **PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA**

Las propiedades físicas que se determinarán en este estudio son las siguientes:

2.2.5.1 CONTENIDO DE HUMEDAD.- Es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra, según Norma Técnica Peruana (11).

$$CH = \frac{G - G1}{G1} \times 100$$

Donde:

CH	= Contenido de humedad, en por ciento.
G	= Masa original de la muestra, en gramos.
G1	= Masa de la muestra anhidra, en gramos.

2.2.5.2 DENSIDAD.- Es la relación que existe entre la masa y el volumen, por costumbre cuando se toma el sistema métrico se toma la masa como el peso del cuerpo. El peso de la madera es la suma del peso de la parte sólida más el peso del agua. El volumen de la madera es constante cuando esta en el estado verde.

$$D = \frac{P}{V}$$

Donde:

D	= Densidad de la muestra
P	= Peso de la muestra.
V	= Volumen de la muestra.

DENSIDAD BÁSICA.- Es el cociente entre el peso de la probeta anhidra y el volumen en estado saturado correspondiente y se expresa en gr/cm³, según Norma Técnica Peruana (12).

2.2.5.3 CONTRACCIÓN.- Las variaciones en el contenido de humedad producen cambios dimensionales en la madera, estos cambios se deben principalmente a la pérdida o ganancia del agua higroscópica en la pared celular.

El agua libre de las cavidades celulares no tiene ninguna influencia en la variación de las dimensiones, es decir, los cambios dimensionales se producen cuando el contenido de humedad varía por debajo del punto de saturación de las fibras.

La contracción y la expansión presentan valores diferentes en las tres direcciones de la madera. La contracción longitudinal (CL) es del orden del 0.1 %. La contracción tangencial (CT) y la contracción radial (CR) son las principales responsables del cambio volumétrico.

La contracción **volumétrica total** se calcula con la siguiente fórmula según Norma Técnica Peruana (13).

$$C_{vt} = C_{tt} + C_{rt} + C_{lt} \text{ (\%)}$$

Donde:

C_{vt} = Contracción volumétrica de la probeta del estado verde (CH > 30%) al estado anhidro (CH = 0%).

C_{tt} = Contracción tangencial total.

C_{rt} = Contracción radial total.

C_{lt} = Contracción longitudinal total.

2.2.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA

En esta investigación se determinará las propiedades mecánicas de la madera Quinilla colorada tales como:

2.2.6.1 FLEXIÓN ESTÁTICA.- En esta prueba se mide la resistencia que ofrece una viga simple cuando es sometida a una carga creciente aplicada en el centro de luz, según Norma Técnica Peruana (17).

De esta prueba se obtienen los siguientes valores:

ESFUERZO DE LAS FIBRAS EN EL LÍMITE PROPORCIONAL.-

Es el esfuerzo que se produce en las fibras de una viga sometida a tracción y compresión hasta la carga al límite de proporcionalidad.

$$ELP = \frac{3 P_1 L}{2 a e^2} \text{ kgf/cm}^2$$

Donde:

P_1	= Carga al límite proporcional.
L	= Distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).
a	= ancho de la probeta (cm).
e	= espesor de la probeta (cm).

MÓDULO DE ROTURA.- Es el esfuerzo determinado en el extremo superior o inferior de la sección de una viga sometida a la carga máxima, que ocasiona la falla; es un valor aproximado puesto que la fórmula para su cálculo se basa en suposiciones válidas solamente hasta el límite de proporcionalidad.

$$\text{MOR} = \frac{3 P L}{2 a e^2} \text{ kgf/cm}^2$$

Donde:

P	= Carga máxima (kgf).
L	= Distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).
a	= ancho de la probeta (cm).
e	= espesor de la probeta (cm).

MÓDULO DE ELASTICIDAD.- Expresa la relación de esfuerzo por unidad de área a la correspondiente deformación por unidad de longitud; debiendo estar la deformación dentro de los límites de proporcionalidad.

$$\text{ME} = \frac{P_1 L^3}{4 a e^3 Y} \text{ kgf/cm}^2$$

Donde:

P ₁	= Carga al limite proporcional (kgf).
L	= Distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).
a	= ancho de la probeta (cm).
e	= espesor de la probeta (cm).
Y	= deflexión en el centro de la luz al limite proporcional (cm).

TRABAJO EN EL LÍMITE DE PROPORCIONALIDAD.- Es la medida del trabajo que una viga es capaz de absorber al ser sometida a esfuerzos hasta el límite de proporcionalidad; esta cantidad de trabajo

puede ser aplicada repetidamente sin producir deformaciones permanentes en la madera.

TRABAJO HASTA LA CARGA MÁXIMA.- Representa la capacidad de la madera para absorber choques, por esfuerzos por encima del límite de proporcionalidad que originen deformaciones permanentes; cuanto mayor sea la resistencia al choque de la madera, mayor será el valor numérico del trabajo.

2.2.6.2 COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS.- Con esta prueba se determina la resistencia de una columna de madera al ser sometida a una carga que trata de acortar sus fibras, según Norma Técnica Peruana (15).

Se entiende por una columna corta a aquella cuya relación de esbeltez es menor de 11 (relación entre la longitud libre y su menor dimensión), de la prueba se obtienen los siguientes valores.

ESFUERZO DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL.- Es el esfuerzo máximo de compresión que la madera puede soportar sin que se deforme, es raramente usado en la práctica, pues se prefiere el valor dado por la resistencia máxima a la compresión, que es menos variable y más fácil de obtener.

P1.1

$$\text{MOE} = \frac{\text{P1.1}}{\text{A.d}} \quad \text{kgf/cm}^2$$

Donde:

- | | |
|----|--|
| P1 | = Carga al límite proporcional (kgf). |
| l | = Distancia entre abrazaderas del deflectómetro en cm. |
| A | = Superficie de la sección transversal antes del ensayo en (cm ²). |

d = Deformación experimentada en la probeta al límite proporcional.

MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.- Es la medida de la capacidad de una columna corta para resistir una carga aplicada en el ensayo por el área de la sección transversal sobre la cual fue distribuida la carga; este valor es muy usado en el cálculo de dimensiones de columnas y otros miembros estructurales similares.

La relación entre el esfuerzo de las fibras en el límite proporcional y la máxima resistencia a la compresión, oscila alrededor del 75%.

$$\text{MOR} = \frac{P}{A} \quad \text{kgf/cm}^2$$

Donde:

P = Carga máxima (kgf).

A = Superficie de la sección transversal de la probeta en (cm²).

MÓDULO DE ELASTICIDAD.- El valor obtenido para el módulo de elasticidad a partir de la prueba, puede usarse en el calculo de columnas intermedias y columnas largas; sin embargo es más recomendable utilizar el obtenido por la prueba de flexión.

2.2.6.3 COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA.- La carga es aplicada en la cara tangencial de la probeta ocasionando el aplastamiento de las fibras; de este ensayo obtenemos:

RESISTENCIA DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL.-

Es el máximo esfuerzo unitario de compresión que cumple con la ley de Hooke, según Norma Técnica Peruana (16).

$$MLP = \frac{P1}{A} \quad \text{kgf/cm}^2$$

Donde:

P1 = Carga al límite proporcional (kgf).
A = Superficie de la sección transversal antes del ensayo en (cm²).

2.2.6.4 TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA.- La carga es aplicada en dirección axial a las fibras de crecimiento del árbol, ocasionando el alargamiento de las mismas y finalmente la falla de las mismas; de este ensayo obtenemos, según Norma Técnica Peruana (18).

MÓDULO DE ELASTICIDAD.- El valor obtenido para el módulo de elasticidad a partir de la prueba, puede usarse en el cálculo de elementos de tijerales y otros elementos sometidos a tracción.

$$MOE = \frac{P1.L}{a.b.\ddot{Y}} \quad \text{kgf/cm}^2$$

Donde:

P1 = Carga al límite proporcional (kgf).
 \ddot{Y} = Incremento constante de la deformación de la probeta en (cm).
a = Espesor de la probeta en (cm).

b = Ancho de la probeta en la sección reducida en (cm).
 L = Distancia entre abrazaderas en (5 cm).

MÓDULO DE ROTURA.- Es el esfuerzo determinado en el instante en el cual las fibras se rompen al no soportar la carga a la cual esta siendo sometida, es un valor aproximado puesto que la formula para su cálculo se basa en suposiciones validas solamente hasta el límite de proporcionalidad.

$$\text{MOR} = \frac{P}{a.b} \quad \text{kgf/cm}^2$$

Donde:

P = Carga de rotura de la probeta en (kgf).
 a = Espesor de la probeta en (cm).
 b = Ancho de la probeta en la sección reducida en (cm).

2.2.6.5 CORTE PARALELO A LA FIBRA O CIZALLAMIENTO.- La carga aplicada crea un esfuerzo de corte puro en la probeta y según como este orientado, será en la cara tangencial radial u oblicua, según Norma Técnica Peruana (14).

Con la carga máxima y el área de cizallamiento logramos la resistencia al cizallamiento.

$$\text{MOR} = \frac{P}{A} \quad \text{kgf/cm}^2$$

Donde:

P = Carga de rotura de la probeta en (kgf).
A = La superficie del plano en que se produce el cizallamiento en (cm²).

2.2.6.6 DUREZA.- Existen varios criterios de dureza, según sea la resistencia que opone la madera a la abrasión, desgaste, penetración (de las herramientas y clavos), y la compresión que en ella se ejerce.

Depende de la abundancia de las fibras y de la escasez de los vasos disminuyendo rápidamente su valor al aumentar la humedad de la probeta.

La dureza también de la conexión y compacidad de las fibras, de su entrelazamiento (espirado, ondulado, etc.), y de la finura y número de radios modulares; maderas con igual peso específico tienen dureza distinta, según la adherencia de sus elementos.

Los datos que se tendrán en cuenta son los siguientes, según Norma Francesa (19).

t = Flecha de penetración o profundidad de impresión deducido por la longitud para la formula.

$$t = 15 - (1/2) \times (900 - Q^2)^{(1/2)}$$

N = Numero de dureza definido como la inversa de la flecha de penetración.

$$t: \quad N = 1 / t$$

Cota de dureza N/D^2 . Donde N y D es respectivamente el numero de dureza y la densidad en el momento del ensayo.

2.2.6.7 FLEXIÓN DINÁMICA (IMPACTO O TENACIDAD).- Ensayo equivalente a la flexión estática, siendo la diferencia primordial en que la carga es aplicada impetuosamente sobre la probeta, creándose una resistencia a romperse o quebrarse.

Los datos que se tendrán en cuenta son los siguientes, según Norma Francesa (20).

- Trabajo de ruptura o energía absorbida por la ruptura por choque del material según las condiciones de humedad del ensayo: W en kg-m.
- Reacción instantánea sobre un apoyo: R en kgf.

$$1\text{kg-m} = 9.8 \text{ joules.}$$

$$1\text{kgf.} = 0.98$$

- Coeficiente de energía absorbida convencionalmente determinado por la expresión $K = W/6.35$.

$$b = 2 \text{ cm} ; h = 2 \text{ cm} ; b.h^{10/6} = 6.35$$

- Cota dinámica K/D^2

D = Densidad al momento del ensayo, determinado como el indicado a continuación.

2.2.7 FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE LA MADERA

Los factores que afectan el comportamiento de la madera pueden originarse durante el proceso de desarrollo de la planta, así como por los agentes físicos del medio ambiente al cual se encuentra expuesto, de igual manera por la presencia

de agentes biológicos, sustancias químicas que se le aplique; se detalla a continuación algunos defectos que podrían presentarse:

2.2.7.1 DEFECTOS DE CRECIMIENTO.- Existen algunas características en la madera, que han sido adquiridas o desarrolladas por el árbol durante su crecimiento, y por afectar el comportamiento o aspecto de la madera, se les llaman defectos de crecimiento, los principales son los nudos, inclinación del grano, fallas de compresión, perforaciones y medulas excéntricas, según PADT -REFORT, JUNAC (24).

2.2.7.2 ATAQUE DE INSECTOS.- La madera afectada por insectos es fácilmente destruida, por lo general se considera dos tipos de ellos que atacan a la madera; uno de ellos que actúan antes de la puesta de servicio de la madera, lo que permite descartarla y otras las que atacan después de su puesta a servicio, dentro de estos figuran las termitas, escarabajos, hormigas, etc. por lo que es necesario protegerla adecuadamente.

2.2.7.3 ATAQUES QUÍMICOS.- El efecto de las sustancias químicas en la madera es altamente dependiente del tipo específico de compuesto. Líquidos que no producen hinchamiento en la madera como aceites de madera y creosota, no tienen efectos apreciables, mientras que el agua y el alcohol pueden tener algún efecto, aún cuando no produzcan degradación química, esta pérdida de las propiedades dependen del hinchamiento y este es un proceso reversible; ácidos oxidantes degradan la madera más que ácidos no oxidantes, así como también las soluciones alcalinas son más destructivas que las soluciones ácidas.

2.2.8 SECADO Y PROTECCIÓN DE LA MADERA

Para que la madera pueda ser empleada como material estructural debe de ser secada adecuadamente, para evitar posibles deformaciones en su proceso de secado, de igual manera se le debe proteger contra el ataque de los insectos y presencia de elementos químicos nocivos, se hace mención de estos procesos a continuación:

2.2.8.1 SECADO.- En probetas de laboratorio se ha comprobado que la madera al secarse mejora sus propiedades tecnológicas y estabilidad dimensional, es por eso que prácticamente todas las maderas reciben un acondicionamiento físico antes de su empleo, según PADT -REFORT, JUNAC (24).

La eliminación del agua es indispensable para conseguir buena calidad de los productos acabados.

Cualquiera que sea el método empleado para su secado, debe tenerse en cuenta que en este proceso se producen cambios dimensionales que pueden originar defectos en la pieza. La técnica de secado tiene, por consiguiente, que evitar fundamentalmente la aparición de defectos que disminuyan su valor o la limiten para determinado uso.

2.2.8.2 PROTECCIÓN.- La protección a la madera contra el ataque de insectos o contra el fuego se logra mediante tratamientos con preservantes o con sales retardantes de fuego, las propiedades mecánicas prácticamente no cambian con los preservantes.

Los principales preservantes son:

CREOSATAS : - Ordinaria para preservación.
 - Liquida a temperatura ordinaria.
 - Mezclas de creosota.

ORGANICOS : - Pentaclorofenol (soluble en aceite).
 - Pentaclorofenato de sodio.
 - Neftanatos.

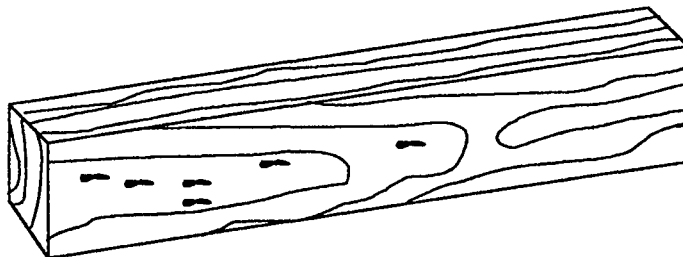
INORGANICOS : - Sal simple.
 - Sal doble.
 - Multisal.

2.2.9 CLASIFICACIÓN VISUAL POR DEFECTOS

La manera más usada para determinar si una manera puede ser usada o no como madera estructural, es la clasificación visual por defectos.

Las calidad de la madera es afectada por diversos agentes o factores, los cuales se detallan a continuación, según PADT -REFORT, JUNAC (24).

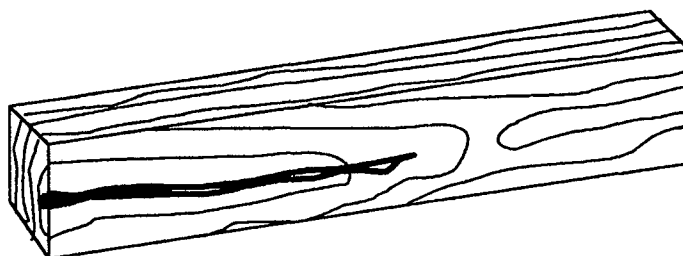
GRIETA.- Es la separación de los elementos de la madera en dirección radial y longitudinal que no alcanza a afectar dos caras de una pieza, o dos puntos opuestos de la superficie de una madera rolliza.



RECONOCIMIENTO.- Se observan como separaciones discontinuas y superficiales, de aproximadamente un milímetro de separación y de 2 a 3 mm. De profundidad. Este defecto se produce durante el proceso de secado.

TOLERANCIA.- Se permite moderadamente y con una profundidad no mayor de 2 mm.

MÉDULA.- Es la parte central del duramen constituida esencialmente por parénquima, tejido generalmente blando o células muertas.



RECONOCIMIENTO.- Es la pequeña zona de tejido esponjoso situada en el centro del duramen, es susceptible al ataque de hongos e insectos.

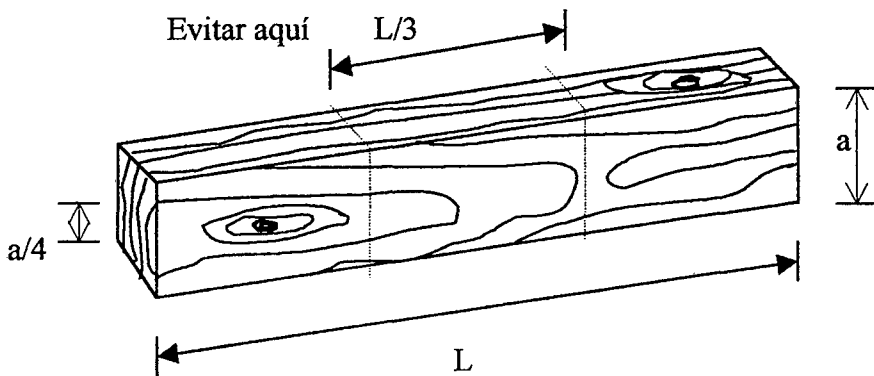
TOLERANCIA.- Se permite médula muy pequeña, sana y/o tratada. No se permite médula con deterioro, pudrición, perforaciones o rajaduras.

NUDO.- Es el área de tejido leñoso, resultante del rastro dejado por el desarrollo de una rama, cuyas características organolépticas y propiedades son diferentes a la madera circundante.

Se consideran:

- a: Nudo sano.
- b: Nudo Hueco.

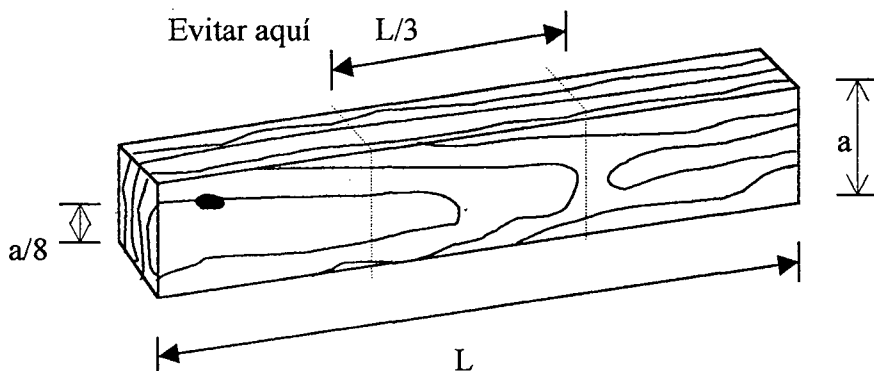
a **NUDO SANO**



RECONOCIMIENTO.- Es la porción de rama entrecruzada con el resto de la madera y que no se soltará o aflojará durante el proceso del secado y uso. No presenta deterioro ni pudrición.

TOLERANCIA.- Se permiten hasta un diámetro de $1/4$ del ancho de la cara, con un máximo de 4 cm. y con distanciamiento entre nudos mayor de 100 cm.

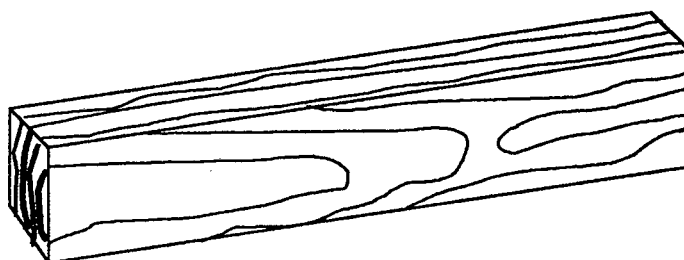
a **NUDO HUECO**



RECONOCIMIENTO.- Son los espacios huecos dejados por los nudos al desprenderse de la madera. A los nudos sueltos o con deterioro se los debe considerar como nudos huecos.

TOLERANCIA.- Se permite hasta un diámetro de $\frac{1}{8}$ del ancho de la cara, con un máximo de 2 cm. Evitarlos en cantos sometidos a tracción.

PARÉNQUIMA.-Son células típicamente en forma de paralelepípedo, presentan paredes delgadas. Sirven para almacenar sustancias de reserva. Son susceptibles al ataque de los hongos e insectos.



RECONOCIMIENTO.- Son más claras que la parte fibrosa del leño. Son visibles a simple vista en la sección transversal de la pieza.

TOLERANCIA.- No se permite en piezas que van a estar sometidas a esfuerzos de compresión paralela a la fibra. Las bandas no deben ser mayores de 2 mm. De espesor.

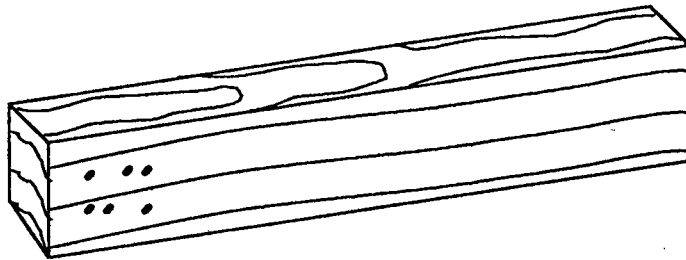
PERFORACIONES.- Son agujeros o galerías causadas por el ataque de insectos o larvas.

Se consideran:

a: Perforaciones pequeñas.

b: Perforaciones grandes

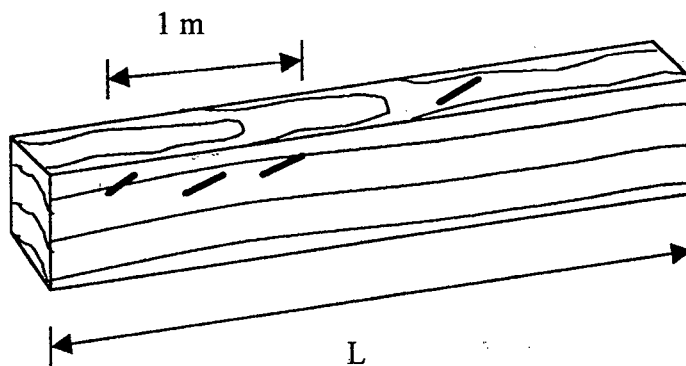
a: PERFORACIONES PEQUEÑAS



RECONOCIMIENTO.- Son agujeros con diámetros iguales o menores a 3 mm.

TOLERANCIA.- No se permite perforaciones alineadas.

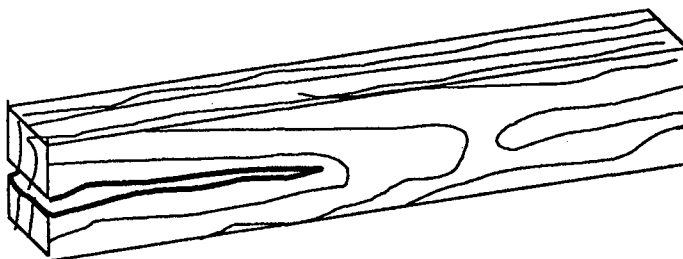
b: PERFORACIONES GRANDES



RECONOCIMIENTO.- Son agujeros con diámetros mayores de 3 mm.

TOLERANCIA.- Se permite en la albura y no más de tres agujeros por metro lineal.

RAJADURAS.- Son separaciones naturales entre los elementos de la madera, que se extienden en la dirección del eje de la pieza y afectan totalmente su espesor.



RECONOCIMIENTO.- Se observan como separaciones del tejido leñoso en la dirección del grano.

TOLERANCIA.- Se permite sólo en uno de los extremos de la pieza y de una longitud no mayor al ancho o cara de la pieza.

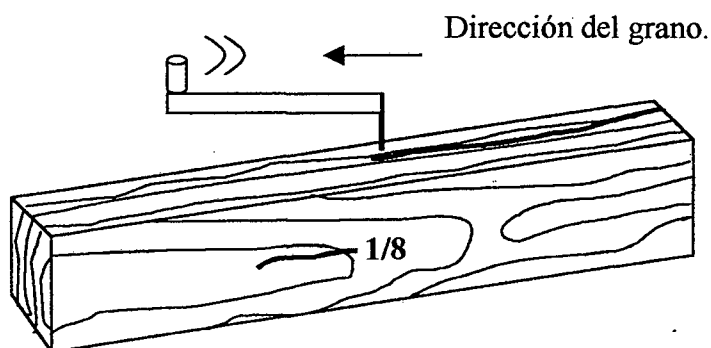
GRANO.- Es la disposición de las fibras de la madera con relación al eje longitudinal de la pieza.

Se consideran:

a: Grano inclinado.

b: Grano entrecruzado.

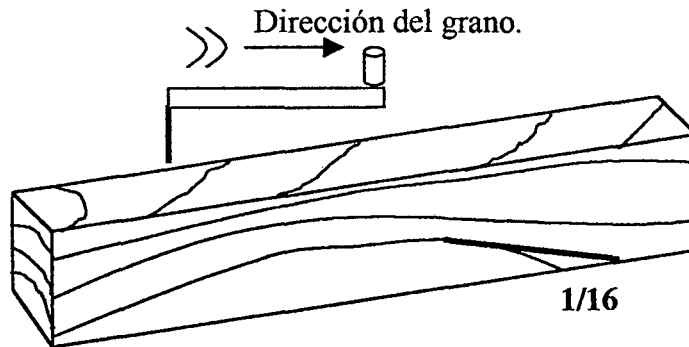
a: **GRANO INCLINADO**



RECONOCIMIENTO.- Es la desviación angular que presenta el grano con respecto al eje longitudinal de la pieza.

TOLERANCIA.- Se permite en cara o canto hasta un máximo de $\frac{1}{8}$ de inclinación.

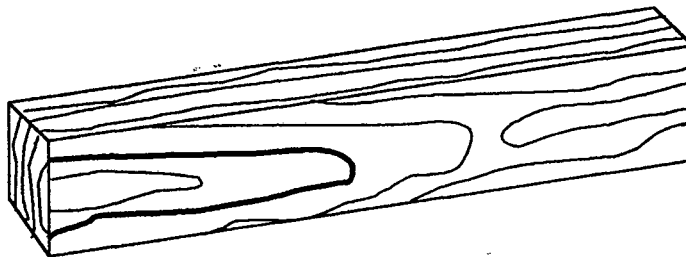
b: **GRANO ENTRECRUZADO**



RECONOCIMIENTO.- Es la disposición del grano en forma ondulada y entrecruzada a lo largo de la pieza.

TOLERANCIA.- Se permite si el grano cruzado es continuo y la desviación angular es pronunciada en las aristas del canto (lado) de tracción, la inclinación máxima permitida es $\frac{1}{16}$.

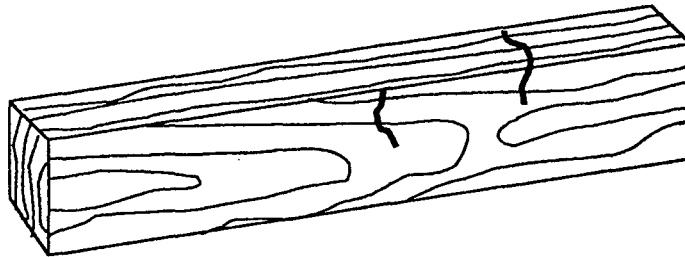
ESCAMADURA.- También llamada acebolladura, Es la separación del leño entre dos anillos de crecimiento consecutivos.



RECONOCIMIENTO.- Se observan como escamas superficiales en las caras tangenciales de una pieza de madera.

TOLERANCIA.- Su presencia se permite si es superficial, paralela al eje de la pieza y no mayor que $\frac{1}{4}$ de su longitud.

FALLAS DE COMPRESIÓN.- Es la deformación y rotura de las fibras de la madera como resultado de compresión o flexión excesiva en arboles en pie causados por su propio peso y otros factores.



RECONOCIMIENTO.- Se observan en las superficies bien cepilladas de una pieza como arrugas finas perpendiculares a la fibra.

TOLERANCIA.- Ninguna, no se permite.

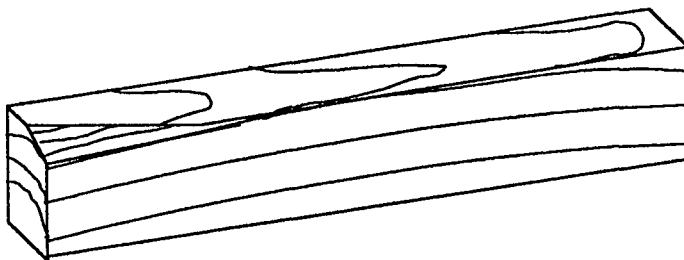
DURAMEN QUEBRADIZO.- Es la parte mas interior del leño, generalmente de color mas oscuro y de mayor durabilidad que la albura, aunque no eta siempre nítidamente diferenciado de ella.



RECONOCIMIENTO.- Porción de madera en una zona de aproximadamente 10 cm. de diámetro adyacente a la médula caracterizada por una fragilidad anormal, se presenta en forma de grietas de media luna.

TOLERANCIA.- Ninguna, no se permite.

ARISTA FALTANTE



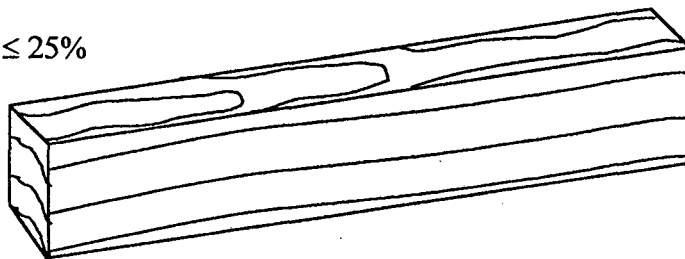
RECONOCIMIENTO.- Es la falta de madera en una o mas aristas de la pieza.

TOLERANCIA.- Se permite en una longitud máxima de 50 cm. u un borde no mayor de 5 cm. para piezas de 3 m. de largo.

ALBURA.- Sus propiedades mecánicas no difieren a las del duramen, pero es más propenso al ataque de hongos.

a: **ALBURA SANA**

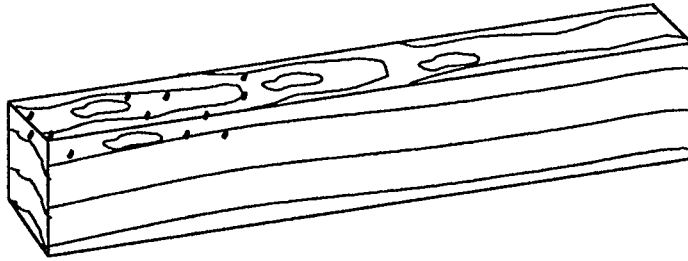
≤ 25%



RECONOCIMIENTO.- Es la albura libre de ataque de hongos e insectos, exceptuado lo que se indica en "Perforaciones".

TOLERANCIA.- Se permite sin restricciones cuando esta debidamente preservada. Sin tratamiento se permite hasta un 25 % del total de la pieza.

a: **ALBURA CON PUDRICIÓN**

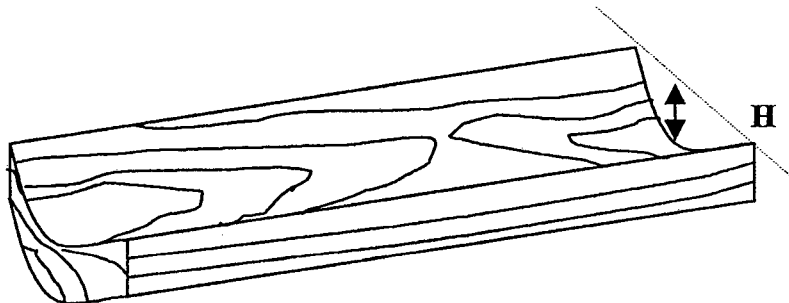


RECONOCIMIENTO.- Es la albura con ataque de hongos.

TOLERANCIA: Ninguna, no se permite.

ALABEO.- Es deformación que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de su eje longitudinal, transversal o de ambos.

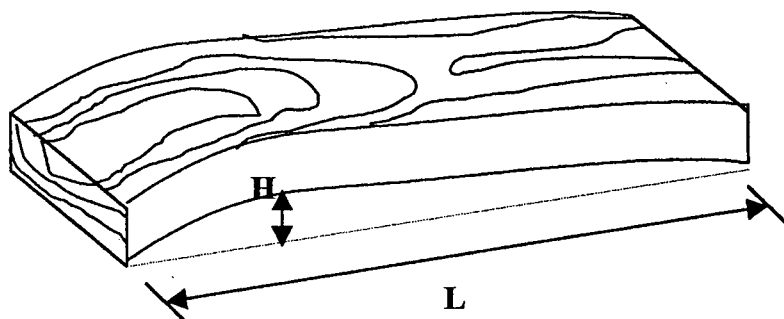
ABARQUILLADO



RECONOCIMIENTO.- Al colocar la pieza de madera sobre una superficie plana, apoyará la parte central de la cara quedando levantados, presentando un aspecto cóncavo o de barquillo.

TOLERANCIA.- Ninguna, no se permite.

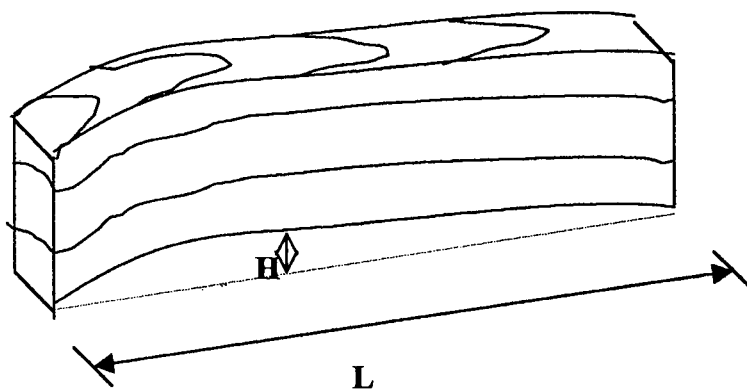
ARQUEADURA.- Es el alabeo o curvatura a lo largo de la cara de la pieza.



RECONOCIMIENTO.- Al colocar la pieza de madera sobre una superficie plana, se observa una luz o separación entre la cara de la pieza de la madera y la superficie de apoyo.

TOLERANCIA.- Se permiten 3 cm. por cada tres metros de longitud o su equivalente a $H/L < 1\%$.

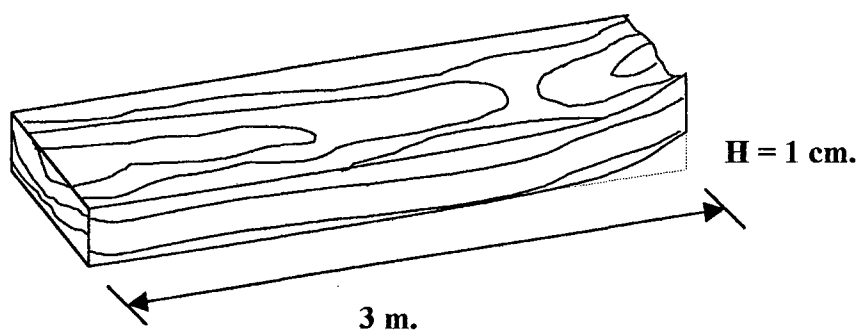
ENCORVADURA.- Es el alabeo o curvatura a la largo del canto de la pieza.



RECONOCIMIENTO.- Al colocar la pieza de madera sobre una superficie plana, se observa una luz o separación entre el canto de la pieza de la madera y la superficie de apoyo.

TOLERANCIA.- Se permiten 1 cm. por cada tres metros de longitud o su equivalente a $H/L < 0.33\%$.

TORCEDURA.- Es el alabeo que se presenta cuando las esquinas de una pieza de madera no se encuentran en el mismo plano.



RECONOCIMIENTO.- Al colocar la pieza de madera sobre una superficie plana, se observa el levantamiento de una o más aristas en diferentes direcciones.

TOLERANCIA.- Se permite solamente cuando este defecto se presenta en forma muy leve y en una sola arista. Se permite 1 cm. de alabeo para una pieza de 3 m. de longitud.

2.3 **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto de investigación se justifica por lo siguiente:

Actualmente no existe un estudio tecnológico de la especie maderable Quinilla en el departamento de San Martín, de allí la inquietud de realizar el presente trabajo de investigación cuyos parámetros son indispensables para el diseño de estructuras con madera.

2.4 **HIPÓTESIS**

Con este trabajo de investigación de la madera Quinilla se logrará determinar las propiedades físicas y mecánicas para clasificarla como madera estructural.

Capítulo III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MÉTODOS Y NORMAS DE ENSAYOS

3.1.1 GENERALIDADES

Para el desarrollo del trabajo de investigación se siguieron los métodos y procedimientos que fueron preestablecidos por las Normas Técnicas Peruanas y las Normas Francesas AFNOR, debiendo hacerse algunas modificaciones, debido a las condiciones diferentes que se presentan en el siguiente trabajo, lo cual se detallará posteriormente.

Para el cálculo de los esfuerzos admisibles se tomaron en cuenta las recomendaciones establecidas en la publicación hecha por la “**Junta del Acuerdo de Cartagena**”, (**Manual de diseño para maderas del grupo andino**).

Al emplearse para el diseño de elementos estructurales de madera, las cargas de servicio, empleándose el método de **Esfuerzos admisibles** para su diseño y teniendo en cuenta que para obtener estos esfuerzos, se tiene que conocer las cargas de falla o de rotura, lo cual indica que los resultados de las cargas y esfuerzos que cumplen con la ley de Hooke, (están en el límite de proporcionalidad), no son de mucha importancia y solo sirven para tener un conocimiento del comportamiento del material; es por eso que solo se encontrará los valores estadísticos del promedio, desviación standard y coeficiente de variabilidad de las muestras ensayadas, lo que resultará suficiente para el desarrollo del trabajo de investigación.

3.1.2 MUESTREO Y PROCESAMIENTO DE ENSAYOS

3.1.2.1 PROCESO DE MUESTREO Y ACONDICIONAMIENTO DE MADERAS (NORMAS TÉCNICAS PERUANAS 251.008 Y 251.009).- No se empleó ningún método probabilístico, para ubicar la

zona de extracción de las muestras, debido a que se tuvo conocimiento de la abundancia de madera Quinilla colorada en la provincia de Picota, por lo que será de mucha utilidad tener el conocimiento de sus propiedades físicas y mecánicas (fotos de extracción de muestras ver en Anexo 9)

Se selecciono el bosque al azar de acuerdo a los lugares de mayor abundancia de la madera a estudiar.

Para la ubicación de los árboles y su identificación en el bosque se tuvo que recurrir a una persona del lugar experimentado en identificación de maderas.

Posteriormente se hizo la identificación de la madera en la Universidad Nacional Agraria la Molina, cuyo informe se muestra en el Anexo 3.

Una vez talados los árboles se realizó la selección de las trozas y las viguetas, las cuales fueron protegidas con aserrín húmedo y ensacadas para evitar que la muestra pierda su humedad natural; condición en la cual la resistencia de la madera es menor.

La muestra proviene de:

- Sector	:	Shansho
- Distrito	:	Picota
- Provincia	:	Picota
- Región	:	San Martín

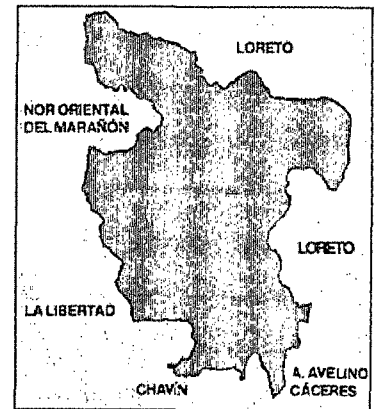
Se llega al sector denominado Shansho, por la carretera Picota - Tingo de Ponaza, trasladándose en camioneta por un lapso en tiempo de 35 minutos.

A Picota se llega por la carretera Tarapoto – Juanjui, a 1:30 horas de transporte en camioneta.

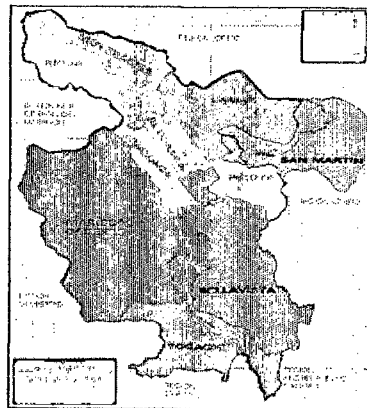
Se muestran la ubicación de la zona de extracción de las muestras a continuación.



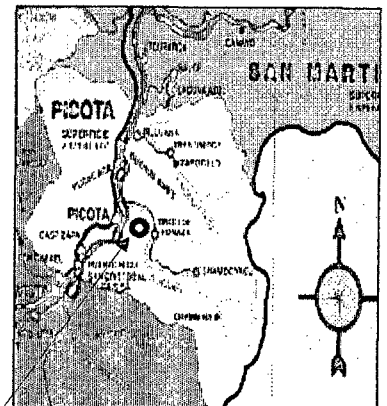
Las muestras fueron extraídas de la Región San Martín



Límites de la Región San Martín



Provincias de la Región San Martín



Sector denominado Shansho En la provincia de Pícora

Figura 3. Ubicación de la zona de extracción de muestras

3.1.2.2 FABRICACIÓN DE PROBETAS

La fabricación de las probetas se hizo en los talleres de carpintería de la Universidad Nacional de Ingeniería, tomándose en cuenta las dimensiones especificadas en las Normas Técnicas Peruanas y las Normas Francesas AFNOR (ver fotos de fabricación de Probetas en Anexo 9), cuyas dimensiones son:

PARA LOS ENSAYOS FÍSICOS (NORMAS TÉCNICAS PERUANAS).

- | | |
|------------------------|----------------------|
| - Contenido de humedad | 3cm x 3cm x 4cm |
| - Densidad | 3cm x 3 cm x 10cm |
| - Contracción | 2.5cm x 2.5cm x 10cm |

PARA LOS ENSAYOS MECÁNICOS (NORMAS TÉCNICAS PERUANAS).

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| - Compresión perpendicular a la fibra | 5cm x 5cm x 15cm |
| - Compresión paralela a la fibra | 5cm x 5cm x 20cm |
| - Flexión estática | 5cm x 5cm x 75 cm |
| - Tracción paralela a la fibra | 2.5cm x 2.5 cm x 45cm |
| Mayor detalle ver Anexo 5 | |
| - Cizallamiento | 5cm x 5 cm x 6.5cm |
| Mayor detalle ver Anexo 5 | |

PARA LOS ENSAYOS MECÁNICOS (NORMAS FRANCESAS AFNOR)

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| - Impacto, Flexión dinámica | 2cm x 2cm x 30cm. |
| - Dureza | 2cm x 2 cm x 6cm |

3.1.2.3 ENSAYO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

3.1.2.3.1 CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA TÉCNICA PERUANA 251.010).- A las probetas se las peso, luego se introdujo en el horno, incrementando la temperatura progresivamente hasta alcanzar una temperatura de 103°C.

Se pesaba frecuentemente las probetas, hasta obtener peso constante, momento en el cual se registro los valores para obtener el contenido de humedad natural.

3.1.2.3.2 DENSIDADES (NORMA TÉCNICA PERUANA

251.011).- Se pesaron las probetas, se obtuvieron las medidas de sus lados con un pie de rey (para densidad verde), y luego se introdujo en el horno, como ya teníamos los datos de humedad natural (como parámetro), se procedió a secarlas hasta alcanzar un contenido de humedad cerca al 12%, quiere decir que se le dejó perder casi 41% de humedad, se realizó esto pues la humedad relativa en el Distrito de Lima era alrededor del 77% y la temperatura de medio ambiente de 21°C. (Anexo 6), seguidamente se obtuvo el peso y las medidas de las probetas; esto para la densidad seca al aire.

Posteriormente se procedió a secar las muestras hasta que adquirieran peso constante, (madera anhidra), para obtener las dimensiones y pesarlas en este estado y obtener la densidad anhidra.

La densidad básica es la relación entre el peso seco al horno y el volumen verde.

3.1.2.3.3 CONTRACCIONES (NORMA TÉCNICA PERUANA

251.012).- Se procedió a obtener los pesos y medidas de las probetas en su estado verde, teniendo en consideración los planos de corte en la madera al medirlas, (tangencial, radial y longitudinal); luego se procedió a secarlas incrementando la temperatura progresivamente, hasta alcanzar los 103°C, se realizó esto hasta alcanzar un contenido de humedad de 41% aproximadamente, lo que indicaba de acuerdo al parámetro del contenido de humedad que las muestras se encontraban con humedad alrededor del 12% (razones explicadas en densidades), seguidamente se obtuvo las medidas de las probetas, obteniéndose la contracción del estado verde al seco al aire (valor aproximado).

Nuevamente se coloco las probetas al horno para luego secarlas hasta obtener el peso anhidro, luego de lo cual se obtuvo las medidas para obtener la contracción del estado verde al estado anhidro, lo que nos servirá para determinar la estabilidad de la madera.

3.1.2.4 ENSAYO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

Antes de efectuar los ensayos se verificó, la orientación correcta de las fibras de la madera para que en los ensayos a realizarse las probetas fallaran de la manera que se preveía, es decir que la probeta falle en su conjunto, además se hizo un ensayo previo para determinar la resistencia aproximada de las muestras y elaborar de esta manera los formatos de tabulación, de igual manera se verificó el funcionamiento adecuado de las Máquinas Universales, las fotos de los ensayos están en el Anexo 9.

3.1.2.4.1 COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA (NORMA TÉCNICA PERUANA 251.016).

- Una vez obtenidas las medidas con el pie de rey, se procedió a colocar el deformímetro y aplicar la carga en la cara de 5cm x 5cm, controlándose la velocidad de penetración y registrándose cada 250kg las penetraciones; una vez culminado el ensayo se procedió a obtener el contenido de humedad de la probeta.

3.1.2.4.2 COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA (NORMA TÉCNICA PERUANA 251.014).

- Una vez obtenidas las medidas con el pie de rey, se procedió a colocar el deformímetro y aplicar la carga en la cara de 5cm x 5cm, controlándose la velocidad de penetración y registrándose cada 1000kg las penetraciones; una vez culminado el ensayo se procedió a obtener el contenido de humedad de la probeta.

3.1.2.4.3 FLEXIÓN ESTÁTICA (NORMA TÉCNICA PERUANA

251.017).- Una vez obtenidas las medidas con el pie de rey en el centro de luz de la probeta y colocados los apoyos a una luz libre de 70cm, se procedió a colocar el deformímetro, seguidamente se aplicó la carga en el centro de luz de la probeta, controlándose la velocidad y registrándose cada 50kg las penetraciones; una vez culminado el ensayo se procedió a obtener el contenido de humedad de la probeta.

3.1.2.4.4 TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA (NORMA

TÉCNICA PERUANA 251.085).- Una vez obtenidas las medidas con el pie de rey en el tramo reducido, se procedió a colocar el extensómetro, indicando una lectura inicial de 5cm y se procedió a aplicar la carga axial, controlándose la velocidad de la aplicación de la carga y registrándose cada 50kg las penetraciones; una vez culminado el ensayo se procedió a obtener el contenido de humedad de la probeta, mayor detalle de probetas en el Anexo 5.

3.1.2.4.5 CIZALLAMIENTO (NORMA TÉCNICA PERUANA

251.013).- Una vez obtenidas las medidas con el pie de rey en el plano de falla de la probeta y colocado en la cizalla (fabricación casera), se procedió a aplicar la carga, controlándose la velocidad y registrándose la carga de falla; una vez culminado el ensayo se procedió a obtener el contenido de humedad de la probeta, mayor detalle de la probeta ver Anexo 5.

3.1.2.4.6 IMPACTO, FLEXIÓN DINÁMICA (NORMA AFNOR

NF B51 - 009).- Una vez obtenidas las medidas en el centro de luz de las probetas, verificado la luz libre (24cm), y calibrado la máquina universal, se procedió a efectuar los ensayos, anotando los resultados del trabajo soportado por la

probeta, seguidamente se obtuvieron las densidades y contenidos de humedad de las probetas.

3.1.2.4.7 DUREZA (NORMA AFNOR NF B51 - 013).- Se procedió a realizar la penetración de la esfera, registrándose finalmente la penetración y la carga al momento de la falla, seguidamente se obtuvieron las densidades y contenido de humedad de las probetas.

Luego de realizados los ensayos se procedió a analizar los resultados.

3.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS

La madera es un material que presenta propiedades mecánicas diferentes. El comportamiento bajo carga de un elemento de la madera es distinto del que tendría un elemento de material homogéneo. Para fines de ingeniería sin embargo, la madera puede ser tratada como material con condiciones y características definidas por la orientación de las fibras. Más aún, al analizar elementos lineales, tales como vigas y columnas, puede considerarse al material como si fuera homogéneo.

Por lo general, se considera adecuado analizar estructuras o elementos de madera suponiendo comportamiento lineal, ya que para niveles de carga que producen esfuerzos por debajo de los admisibles, el comportamiento es esencialmente lineal.

3.3 MÉTODOS DE DISEÑO

La tendencia en diseño estructural es hacia el diseño en resistencia última o diseño límite. Este permite la consideración por separado de la incertidumbre en las cargas, los métodos de análisis y la resistencia del material, en lugar de utilizar un único factor de seguridad resultando en diseños algo más eficientes. Sin embargo, la limitada información de que se dispone por el momento, con relación a estructuras construidas con maderas tropicales, hace inaplicable el diseño en condiciones límites.

La investigación necesaria deberá concentrarse en la determinación de los factores de carga y sus combinaciones, así como en los factores de reducción de resistencia. El objetivo será diseñar estructuras con la misma confiabilidad de resistencia medida en términos de probabilidad de falla que la que se conseguirá con otros materiales. Por lo tanto a diferencia del diseño de concreto armado y en acero donde se usan métodos de resistencia ultima, las estructuras de madera según propone el PADT - REFORT, y es la práctica mundialmente establecida, se diseñan por METODOS DE ESFUERZOS ADMISIBLES, reduciendo la resistencia en vez de aumentar las cargas.

Los esfuerzos admisibles consideran un factor de seguridad establecido de acuerdo a los criterios tradicionales para lograr un comportamiento dentro del rango elástico del material y tomando en cuenta que las cargas actuantes se estiman en su valor real, es decir sin factorar.

3.3.1 ESFUERZOS ADMISIBLES

Los esfuerzos admisibles están basados en resultados de ensayos con probetas pequeñas libres de defectos, Estos ensayos se han realizado de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas y Normas Francesas AFNOR.

Para cada especie se han ensayado 20 probetas, considerándose como esfuerzo último lo siguiente:

- Flexión:	esfuerzo de rotura (MOR)
- Compresión paralela a las fibras:	esfuerzo de aplastamiento
- Compresión perpendicular a las fibras:	<u>esfuerzo al límite proporcional</u>
- Tracción paralela a las fibras:	esfuerzo de rotura
- Corte paralelo a las fibras:	esfuerzo de rotura
- Dureza:	esfuerzo de rotura
- Impacto o flexión dinámica:	trabajo de rotura

La resistencia de la madera presenta una variabilidad natural (Figura 4), resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol. Se han llevado estudios estadísticos detallados para

determinar la distribución estadística de resistencia para cada especie y cada tipo de esfuerzo.

El esfuerzo resistente en condiciones últimas ha sido definido como aquel correspondiente al límite de exclusión del 5 %. (es decir, se espera que de toda la población existente de dicha especie solamente el 5 % tenga una resistencia menor que este valor). El 5 % es el valor más utilizado en países con muchos años de uso de madera como material de construcción y se ha considerado apropiado.

Ordenando los resultados de los ensayos en forma creciente, el valor que define el límite de exclusión del 5 % es el del ensayo número $0.05N$, donde N es el número de probetas ensayadas (usualmente 20) (Figura 5). Se ha adoptado este criterio, en lugar de suponer una distribución normal y determinar probabilísticamente el 5° percentil, porque representa un mejor estimado para toda la población de árboles de la especie y no solo de los ensayados.

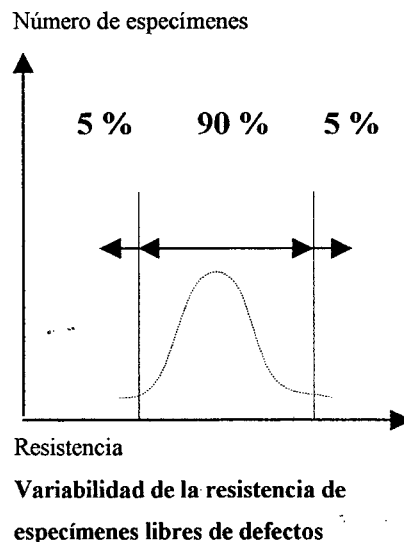


Figura 4

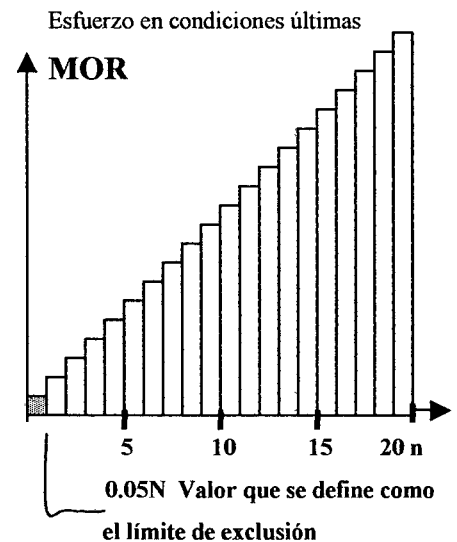


Figura 5

Considerando cada grupo separado se han seleccionado los esfuerzos últimos (para cada tipo de esfuerzo como se definió anteriormente), para la especie con valor menor en cada caso. Estos se han utilizado para determinar los esfuerzos admisibles.

Los esfuerzos admisibles o de diseño se obtuvieron modificando las resistencias últimas mínimas de la siguiente forma:

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{F.C. \times F.T.}{F.S. \times F.D.C.} \times \text{Esfuerzo último.}$$

Donde:

F.C. = factor de reducción por calidad

F.T. = factor de reducción por tamaño

F.S. = factor de servicio de seguridad

F.D.C. = factor de duración de carga

3.3.1.1 FACTOR DE REDUCCIÓN POR CALIDAD (F.C.).

Se efectuaron numerosos estudios estadísticos para la variación del F.C., en cada grupo estructural, adaptándose un factor de 0.8, igual para todos los grupos.

$$F.C. = \frac{MOR_{vigas}}{MOR_{probetas}}$$

3.3.1.2 FACTOR DE SERVICIO Y SEGURIDAD (F.S.).

Como el diseño se efectúa para condiciones de servicio, los esfuerzos últimos deben ser reducidos también a estas condiciones por debajo del límite de proporcionalidad. Esto garantiza un comportamiento adecuado de las estructuras en condiciones normales, así como la validez por lo menos aproximada de las hipótesis de comportamiento lineal y elástico.

Los esfuerzos en condiciones de servicio se obtienen dividiendo los correspondientes esfuerzos últimos entre un factor de seguridad y servicio que considera las incertidumbres respecto a:

- Conocimiento de las propiedades del material y su variabilidad.
- La confiabilidad de los ensayos para evaluar adecuadamente las características resistentes del material.
- La presencia de defectos no detectados al momento de la clasificación visual.
- El tipo de falla frágil o dúctil que pueda presentarse al sobre-esforzar el material.
- La evaluación de las cargas aplicadas y la determinación de los esfuerzos internos producidos por estas cargas en los elementos estructurales.
- Dimensiones reales de los elementos con respecto a las supuestas en el análisis y el diseño.
- Calidad de la mano de obra para una construcción adecuada.
- Deterioro del material con el uso.

También son consideraciones que pueden tener importancia:

- El riesgo de falla en función de la importancia del elemento o de la edificación y su relación con vidas humanas.
- El aumento de las cargas por posibles cambios en el destino o uso de la edificación.

El factor de seguridad no está destinado a cubrir errores en las estimaciones de carga, la determinación de esfuerzos, el diseño, ni defectos de construcción importantes o el USO DE MATERIAL NO CLASIFICADO COMO MADERA ESTRUCTURAL.

3.3.1.3 FACTOR DE REDUCCIÓN POR TAMAÑO (F.T.).

En elementos de madera se observa una disminución del esfuerzo de rotura en flexión a medida que se consideran secciones de mayor tamaño. El tamaño también influye en los esfuerzos de rotura por tracción paralela a las fibras y en menor grado de resistencia a otros de sollicitación.

Se ha adoptado el criterio de Bohannon. para reducción de resistencia por tamaño:

$$\frac{\text{Resistencia para peralte } h}{\text{Resistencia en probetas (} h = 5 \text{)}} = \frac{(5)^{1/9}}{(h)^{1/9}} \quad (h \text{ en cm.})$$

Para los esfuerzos producidos por flexión o tracción paralela a las fibras. No se ha considerado un factor de reducción por tamaño para esfuerzos de compresión o de corte.

3.3.1.4 FACTOR DE DURACIÓN DE CARGA (F.D.C.).

Los esfuerzos de rotura de la madera disminuyen con la duración de la aplicación de la carga.

Los esfuerzos admisibles para flexión y tracción paralela a las fibras que se presentan en este manual consideran un F.D.C de 1.15.

Tabla 1**Factores de reducción a considerarse PADT-REFORT**

	Flexión Tracción	Compresión paralela	Corte paralelo	Compresión perpendicular
F.C.	0.80	-----	-----	-----
F.T.	0.90	-----	-----	-----
F.S.	2.00	1.60	4.00	-----
F.D.C	1.15	1.25	-----	-----

3.3.2 MÓDULO DE ELASTICIDAD

Los módulos de elasticidad en flexión han sido obtenidos con las mismas consideraciones estadísticas que para los esfuerzos de rotura. Se ha considerado conveniente usar el mismo módulo de elasticidad para tracción o compresión paralela a las fibras; la limitada información disponible indica que esto es en general conservador.

Los valores promedio y los correspondientes al límite de exclusión del 5 % han sido seleccionados del menor de los valores promedio y el menor de los valores, estos son los resultados indicados como E_{promedio} y $E_{0.05}$, respectivamente.

Para el análisis y diseño de los elementos deberá considerarse el valor de $E_{0.05}$ como modulo de elasticidad del material. Solo se utilizará E_{promedio} para diseñar elementos a flexión que trabajan en conjunto, tales como entablados.

Los valores propuestos para el módulo de elasticidad han sido incrementados en un 7 %, que representa la influencia de la deformación por corte en la deformación total en el ensayo de probetas. De esta forma el módulo resultante es el correspondiente exclusivamente a la flexión.

Los módulos no han sido afectados por factores de reducción como en el caso de los esfuerzos, ya que las consideraciones de seguridad están implícitamente contenidas en las limitaciones para deflexiones.

Las deformaciones por corte de acuerdo a resultados experimentales indican valores de G en el rango de E/16 y E/25.

3.4 MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Para obtener los valores de esfuerzos admisibles y modulo de elasticidad, los únicos valores estadísticos necesarios por conocer son el promedio, la desviación standard y el coeficiente de variabilidad, términos que a continuación se definen.

3.4.1 PROMEDIO (\bar{X}).- Es el valor numérico que representa un valor para un promedio de conjuntos de datos, lo cual se utiliza para comparar o para hacer inferencias, se denomina por:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Donde:

X = Experiencias realizadas.

N = Cantidad total de experiencias realizadas.

3.4.2 DESVIACIÓN STANDARD (S_x).- Es el valor numérico positivo que mide la dispersión de cada uno de los valores con respecto a la media aritmética, se denomina por:

$$S_x = \sqrt{\frac{(\sum X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde:

$\sum X_i$ = Suma de todas las experiencias realizadas.

n = Cantidad total de experiencias realizadas.

\bar{X} = Promedio de las pruebas.

3.4.3 COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.).- Es una medida de dispersión expresadas en un valor relativo y el cociente de la desviación standard entre la media aritmética, se denomina por:

$$C.V. (\%) = \frac{S_x}{\bar{X}} \times 100$$

3.5 MÉTODOS DE AGRUPACIÓN

3.5.1 Considerando lo propuesto en la Norma Técnica Peruana E-101 para el análisis y discusión que se realizará, se tendrá en cuenta los rangos establecidos para el agrupamiento de maderas para el uso estructural, resultados que servirán de referencia para que posteriormente, al realizar ensayos en muestras a escala natural, se le pueda clasificar definitivamente.

El agrupamiento esta basado en los valores de la densidad básica y de la resistencia mecánica.

Los valores de la densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles para los grupos **A, B y C**, serán los siguientes:

Tabla 2

Agrupación de acuerdo a la densidad básica

GRUPO	DENSIDAD BÁSICA g/cm³
A	≥ 0.71
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

Tabla 3

Agrupación de acuerdo al módulo de elasticidad *

GRUPO	MÓDULO DE ELASTICIDAD	
	kg/cm ²	
	E _{mínimo}	E _{promedio}
A	95,000	130,000
B	75,000	100,000
C	55,000	90,000

Nota: El módulo de elasticidad (E) es aplicable para elementos en flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

Tabla 4

Agrupación de acuerdo a los Esfuerzos Admisibles

GRUPO	ESFUERZOS ADMISIBLES				
	kg/cm ²				
Flexión	Tracción	Compresión	Compresión	Corte	
	Paralela	Paralela	Perpendicular	Paralelo	
f _m	f _t	f _{c//}	f _{c⊥}	f _v	
A 210	145	145	40	15	
B 150	105	110	28	12	
C 100	75	80	15	8	

Estos valores son para madera húmeda y pueden ser usados para madera seca:

3.5.2 Según la **Junac-PADT-REFORT-1979**, los rangos de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5

Agrupación de acuerdo a la densidad básica, contracción total t esfuerzos de rotura

Grupo	Propiedades físicas		Propiedades Mecánicas (kg/cm2)					Clasificación
	Densidad Básica g/cm3	Contracción Volumétrica %	Flexión Estática (MOR)	Compresión Paralela (RM)	Compresión Perpendicular (EFLP)	Dureza Lados	Cizallamiento	
I	< 0.30	< 7	< 300	< 120	< 10	< 100	< 30	Muy Baja
II	0.30 - 0.40	07 - 10.	300 - 500	120 - 240	10 - 40.	100 - 300	30 - 60	Baja
III	0.41 - 0.60	10.1 - 13.0	501 - 800	241 - 360	41 - 70	301 - 600	61 - 90	Media
IV	0.61 - 0.75	13.1 - 15.0	801 - 1000	361 - 480	71 - 100	601 - 900	91 - 120	Alta
V	> 0.75	>15	>1000	>480	> 100	> 900	> 120	Muy Alta

MOR : Módulo de rotura.

RM : Resistencia máxima.

EFLP : Esfuerzo de las fibras en el límite proporcional.

Fuente: JUNAC-PADT-REFORT, 1979.

3.5.3 CRITERIOS DE AGRUPACIÓN PARA LA DUREZA Y FLEXIÓN DINÁMICA

3.5.3.1 AGRUPACIÓN DE ACUERDO A LA DUREZA DE LA MADERA

Llevando al cuadrado de la densidad, se obtiene la cota de dureza N/D^2 , que pone en evidencia las maderas, presentando durezas excepcionales por referencia a su masa y que permite establecer la clasificación siguiente:

Tabla 6

Agrupación de acuerdo a la dureza de la madera

Valor de cociente De Dureza	Calificación	Comparación
3 - 6	Débil	Carpintería
6 - 9	Normal	De trabajo ✓
9 - 12	Fuerte	Especiales

Se denomina maderas de trabajo a aquellas maderas que pueden ser utilizadas en la industria de la construcción.

Se denomina maderas especiales a aquellas maderas que pueden ser utilizadas en la industria de la construcción y además servir para trabajos especiales tales como confección de instrumentos musicales, herramientas de trabajo y parquet.

3.5.3.2 AGRUPACIÓN DE ACUERDO A LA FLEXIÓN DINÁMICA DE LA MADERA

Una vez obtenido el coeficiente de ruptura (K), se procede a calcular la cota dinámica K/D^2 , lo que nos servirá para clasificarla.

Tabla 7

Agrupación de acuerdo a la flexión dinámica de la madera

<u>Cota dinámica</u>	<u>Calificación</u>	<u>Comparación</u>
< 0.80	Frágiles	I
0.80-1.20	Medianas	II
>1.20	Energía A.	III

- I** Maderas no aptas a empleos móviles, son muy quebradizas.
- II** Maderas de energía absorbida de rotura medianamente, empleadas o sometidas a choques y Vibraciones así como vagones, carrocería, cajas, durmientes,
- III** Maderas de energía absorbida para usos en aviación, mangos de herramientas, skis.

3.5.3.3 TRABAJABILIDAD

Para la trabajabilidad basta con darse cuenta del comportamiento de la madera al momento de elaborar las probetas.

3.6 MATERIALES

En el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes materiales equipos y herramientas.

3.6.1 EN LA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

Motosierra, machete, cámara fotográfica, camioneta, personal, sacos, aserrín, watopa, hilo pabilo, wincha de 30m, papel, plumones, lapiceros.

3.6.2 EN LA ELABORACIÓN DE PROBETAS

Garlopa, disco de banco, disco manual, calador, verificador de orientación de las fibras, wincha de mano, lija para madera, carretilla, personal,

3.6.3 EN LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS FÍSICOS

Pie de rey, corrector, lápiz, balanza con aproximación a 0.01 gramos, balde, horno eléctrico, guante de jebe, papeles, investigador.

3.6.4 EN LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS

Maquina Universal AMSLER para materiales 50 tn., (Normas Técnicas Peruanas), Maquina Universal AMSLER para maderas 4000 Kg, (Normas AFNOR), Deformímetro, Extensometro, pie de rey, cizalla, personal, cronómetro.

3.6.5 EN EL PROCESAMIENTO DE RESULTADOS Y PRESENTACIÓN DE TESIS

Calculadora científica CASIO FX-880 P, Computadora Pentium I, Escáner, Impresora, Investigador.

Además se utilizó los siguientes programas:

- En el procesamiento de datos estadísticos, gráficos y cuadros se empleo Microsoft Excel.
- Los textos se realizaron en Microsoft Word.
- Las fotos se trabajaron en Photo Plus 4.

Capítulo IV RESULTADOS

De los ensayos efectuados en el laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1 Propiedades físicas y mecánicas

Cuadro N° 1

OBTENCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD EN ESTADO VERDE Y SECO AL AMBIENTE

NORMA ITINTEC 251.010

Probeta	Peso Verde (Pv)	Peso Anhidro (PA)	Peso Ambiente (Pam)	Contenido de Humedad Verde	Contenido de Humedad Ambiente
1	46.40	30.30	34.10	53.14	12.54
2	46.50	30.40	34.20	52.96	12.50
3	46.50	30.30	34.00	53.47	12.21
4	46.50	30.40	34.00	52.96	11.84
5	46.40	30.20	34.00	53.64	12.58
6	48.80	32.40	36.20	50.62	11.73
7	48.50	32.10	36.00	51.09	12.15
8	47.50	31.00	34.60	53.23	11.61
9	48.00	31.50	35.40	52.38	12.38
10	47.30	30.90	34.80	53.07	12.62
11	48.60	32.00	36.00	51.88	12.50
12	47.60	31.30	35.30	52.08	12.78
13	48.20	31.80	35.80	51.57	12.58
14	48.30	31.80	35.90	51.89	12.89
15	48.30	31.70	35.20	52.37	11.04
16	47.00	30.70	34.60	53.09	12.70
17	47.10	30.70	34.30	53.42	11.73
18	47.50	31.00	34.80	53.23	12.26
19	46.80	30.50	34.30	53.44	12.46
20	46.60	30.30	34.00	53.80	12.21

$$\text{CH Verde (\%)} = \frac{(Pv - PA)}{PA} \times 100$$

$$\text{CH Ambiente (\%)} = \frac{(Pv - Pam)}{PA} \times 100$$

Cuadro N° 2

OBTENCIÓN DE LA DENSIDAD EN ESTADO SATURADO y BÁSICA

NORMA ITINTEC 251.011

Densidad saturada = (Peso saturado / Volumen saturado)

Densidad Básica = (Peso anhidro / Volumen saturado)

Probeta	Lecturas con Micrómetro			Volumen Saturado VS cm ³	Peso Saturado PS gr	Peso Anhidro PA gr	Densidad Saturado PS/VS gr/cm ³	Densidad Básica PA/VS gr/cm ³
	Ancho a cm	Espesor b cm	Largo l cm					
1	2.965	3.025	10.180	91.306	117.800	78.50	1.290	0.860
2	3.010	2.985	10.185	91.511	115.900	76.00	1.267	0.831
3	3.010	3.005	10.195	92.214	118.000	77.90	1.280	0.845
4	3.005	2.980	10.190	91.250	117.700	77.80	1.290	0.853
5	3.000	2.970	10.240	91.238	115.100	76.40	1.262	0.837
6	3.000	2.955	10.200	90.423	114.600	75.40	1.267	0.834
7	3.000	3.005	10.185	91.818	115.600	77.00	1.259	0.839
8	2.985	3.000	10.195	91.296	116.100	78.10	1.272	0.855
9	2.960	2.985	10.195	90.079	116.600	77.30	1.294	0.858
10	2.955	3.030	10.200	91.327	117.700	77.60	1.289	0.850
11	2.955	3.000	10.185	90.290	119.400	80.30	1.322	0.889
12	3.010	2.990	10.185	91.664	118.800	79.30	1.296	0.865
13	2.975	3.000	10.195	90.990	117.700	78.30	1.294	0.861
14	3.000	2.975	10.175	90.812	118.100	78.10	1.300	0.860
15	3.025	3.000	10.200	92.565	120.100	80.90	1.297	0.874
16	3.055	3.050	10.185	94.901	118.400	78.30	1.248	0.825
17	3.001	3.000	10.185	91.696	119.000	79.40	1.298	0.866
18	3.020	3.025	10.180	92.999	116.800	78.70	1.256	0.846
19	3.005	3.005	10.180	91.926	116.500	78.50	1.267	0.854
20	3.025	3.015	10.185	92.891	117.300	78.10	1.263	0.841

Servirá para
Clasificación

Cuadro N° 3

OBTENCIÓN DE LA DENSIDAD EN ESTADO ANHIDRO

NORMA ITINTEC 251.011

Densidad anhidra = (Peso anhidro / Volumen anhidro)

Probeta	Lecturas con Micrómetro			Volumen Anhidro VA cm ³	Peso Anhidro PA gr	Densidad Anhidra PA/VA gr/cm ³
	Ancho a cm	Espesor b cm	Largo l cm			
1	2.610	2.865	10.170	76.048	78.500	1.032
2	2.650	2.825	10.175	76.173	76.000	0.998
3	2.650	2.850	10.180	76.884	77.900	1.013
4	2.650	2.820	10.180	76.075	77.800	1.023
5	2.640	2.800	10.235	75.657	76.400	1.010
6	2.640	2.795	10.185	75.153	75.400	1.003
7	2.645	2.840	10.170	76.395	77.000	1.008
8	2.630	2.820	10.180	75.501	78.100	1.034
9	2.590	2.840	10.180	74.880	77.300	1.032
10	2.595	2.860	10.185	75.590	77.600	1.027
11	2.610	2.880	10.170	76.446	80.300	1.050
12	2.650	2.830	10.175	76.307	79.300	1.039
13	2.620	2.840	10.180	75.747	78.300	1.034
14	2.650	2.820	10.165	75.963	78.100	1.028
15	2.700	2.840	10.190	78.137	80.900	1.035
16	2.695	2.880	10.175	78.974	78.300	0.991
17	2.650	2.840	10.180	76.615	79.400	1.036
18	2.660	2.865	10.170	77.505	78.700	1.015
19	2.640	2.840	10.170	76.251	78.500	1.030
20	2.665	2.855	10.175	77.417	78.100	1.009

Cuadro N° 4

OBTENCIÓN DE LA DENSIDAD AL ESTADO EN EL MEDIO AMBIENTE

NORMA ITINTEC 251.011

Densidad al medio ambiente = (Peso al medio ambiente/Volumen al medio ambiente)

Probeta	Lecturas con Micrómetro			Volumen	Peso	Densidad
	Ancho a cm	Espesor b cm	Largo l cm	M. ambiente V _{ma} cm ³	M. ambiente P _{ma} gr	M. ambiente P _{ma} /V _{ma} gr/cm ³
1	2.785	2.965	10.180	84.062	88.300	1.050
2	2.825	2.930	10.185	84.304	85.400	1.013
3	2.825	2.950	10.195	84.963	87.500	1.030
4	2.820	2.925	10.190	84.052	87.700	1.043
5	2.815	2.910	10.240	83.882	85.900	1.024
6	2.815	2.900	10.200	83.268	84.700	1.017
7	2.815	2.950	10.185	84.579	86.500	1.023
8	2.800	2.940	10.195	83.925	87.800	1.046
9	2.770	2.930	10.195	82.744	87.000	1.051
10	2.775	2.970	10.200	84.066	87.400	1.040
11	2.770	2.940	10.185	82.945	90.000	1.085
12	2.830	2.930	10.185	84.453	90.000	1.066
13	2.800	2.945	10.195	84.068	88.000	1.047
14	2.815	2.915	10.175	83.493	87.800	1.052
15	2.840	2.940	10.200	85.166	91.200	1.071
16	2.865	2.990	10.185	87.248	88.000	1.009
17	2.815	2.940	10.185	84.292	89.000	1.056
18	2.835	2.965	10.180	85.571	88.400	1.033
19	2.825	2.945	10.180	84.694	88.400	1.044
20	2.840	2.955	10.185	85.475	87.800	1.027

Cuadro N° 5

OBTENCIÓN DE LA CONTRACCIÓN EN ESTADO SATURADO AL MEDIO AMBIENTE

NORMA ITINTEC 251.012

$$C_{tn} = 100 \times (dvt(CH > 30\%) - dst(CH \approx 12\%)) / (dvt(CH > 30\%))$$

$$C_{rn} = 100 \times (dvr(CH > 30\%) - dsr(CH \approx 12\%)) / (dvr(CH > 30\%))$$

$$C_{ln} = 100 \times (dvl(CH > 30\%) - dsl(CH \approx 12\%)) / (dvl(CH > 30\%))$$

Probeta	Parametros			Radios			Longitudes			C _{tn} + C _{rn} + C _{ln} = C _{tn}
	n CH > 30 % (cm)	h CH ≈ 12 % (cm)	C _{tn} (%)	n CH > 30 % (cm)	h CH ≈ 12 % (cm)	C _{tn} (%)	n CH > 30 % (cm)	h CH ≈ 12 % (cm)	C _{tn} (%)	
1	2.440	2.290	6.15	2.465	2.415	2.03	10.105	10.105	0.00	8.18
2	2.440	2.290	6.15	2.525	2.475	1.98	10.120	10.110	0.10	8.23
3	2.400	2.255	6.04	2.525	2.475	1.98	10.115	10.115	0.00	8.02
4	2.400	2.255	6.04	2.525	2.475	1.98	10.125	10.120	0.05	8.07
5	2.435	2.290	5.95	2.540	2.490	1.97	10.130	10.130	0.00	7.92
6	2.435	2.285	6.16	2.515	2.465	1.99	10.120	10.115	0.05	8.20
7	2.415	2.270	6.00	2.490	2.440	2.01	10.125	10.125	0.00	8.01
8	2.420	2.270	6.20	2.485	2.435	2.01	10.115	10.110	0.05	8.26
9	2.455	2.305	6.11	2.505	2.455	2.00	10.110	10.105	0.05	8.16
10	2.435	2.290	5.95	2.570	2.520	1.95	10.115	10.110	0.05	7.95
11	2.425	2.275	6.19	2.485	2.440	1.81	10.125	10.120	0.05	8.05
12	2.435	2.290	5.95	2.510	2.460	1.99	10.115	10.115	0.00	7.95
13	2.410	2.265	6.02	2.490	2.440	2.01	10.115	10.115	0.00	8.02
14	2.425	2.280	5.98	2.530	2.485	1.78	10.125	10.120	0.05	7.81
15	2.410	2.265	6.02	2.510	2.465	1.79	10.110	10.110	0.00	7.81
16	2.410	2.265	6.02	2.540	2.495	1.77	10.135	10.135	0.00	7.79
17	2.400	2.255	6.04	2.500	2.450	2.00	10.120	10.115	0.05	8.09
18	2.400	2.255	6.04	2.500	2.450	2.00	10.110	10.105	0.05	8.09
19	2.415	2.265	6.21	2.500	2.455	1.80	10.120	10.115	0.05	8.06
20	2.430	2.280	6.17	2.535	2.485	1.97	10.135	10.130	0.05	8.19

Cuadro N° 6

OBTENCIÓN DE LA CONTRACCIÓN EN ESTADO SATURADO AL ESTADO ANHIDRO

NORMA ITINTEC 251.012

$$C_{tt} = 100 \times (d_{vt} (CH > 30 \%) - d_{sht} (CH = 0 \%)) / (d_{vt} (CH > 30 \%))$$

$$C_{rt} = 100 \times (d_{vr} (CH > 30 \%) - d_{shr} (CH = 0 \%)) / (d_{vr} (CH > 30 \%))$$

$$C_{lt} = 100 \times (d_{vl} (CH > 30 \%) - d_{shl} (CH = 0 \%)) / (d_{vl} (CH > 30 \%))$$

Probeta	Tangencial			Radial			Longitudinal			C _{tt} - C _{rt} - C _{lt} - C _{lt}
	d _{vt} (CH > 30 %) (cm)	d _{sht} (CH = 0 %) (cm)	CH (%)	d _{vr} (CH > 30 %) (cm)	d _{shr} (CH = 0 %) (cm)	CH (%)	d _{vl} (CH > 30 %) (cm)	d _{shl} (CH = 0 %) (cm)	CH (%)	
1	2.440	2.125	12.91	2.465	2.360	4.26	10.105	10.095	0.10	17.27
2	2.440	2.130	12.70	2.525	2.370	6.14	10.120	10.115	0.05	18.89
3	2.400	2.155	10.21	2.525	2.390	5.35	10.115	10.100	0.15	15.70
4	2.400	2.095	12.71	2.525	2.380	5.74	10.125	10.110	0.15	18.60
5	2.435	2.180	10.47	2.540	2.385	6.10	10.130	10.120	0.10	16.67
6	2.435	2.180	10.47	2.515	2.345	6.76	10.120	10.115	0.05	17.28
7	2.415	2.165	10.35	2.490	2.370	4.82	10.125	10.115	0.10	15.27
8	2.420	2.145	11.36	2.485	2.400	3.42	10.115	10.100	0.15	14.93
9	2.455	2.230	9.16	2.505	2.360	5.79	10.110	10.100	0.10	15.05
10	2.435	2.150	11.70	2.570	2.395	6.81	10.115	10.110	0.05	18.56
11	2.425	2.120	12.58	2.485	2.365	4.83	10.125	10.115	0.10	17.51
12	2.435	2.155	11.50	2.510	2.410	3.98	10.115	10.105	0.10	15.58
13	2.410	2.175	9.75	2.490	2.285	8.23	10.115	10.095	0.20	18.18
14	2.425	2.110	12.99	2.530	2.430	3.95	10.125	10.110	0.15	17.09
15	2.410	2.160	10.37	2.510	2.395	4.58	10.110	10.100	0.10	15.05
16	2.410	2.175	9.75	2.540	2.370	6.69	10.135	10.115	0.20	16.64
17	2.400	2.175	9.38	2.500	2.355	5.80	10.120	10.100	0.20	15.37
18	2.400	2.170	9.58	2.500	2.375	5.00	10.110	10.100	0.10	14.68
19	2.415	2.120	12.22	2.500	2.345	6.20	10.120	10.100	0.20	18.61
20	2.430	2.165	10.91	2.535	2.360	6.90	10.135	10.120	0.15	17.96

Cuadro N° 7

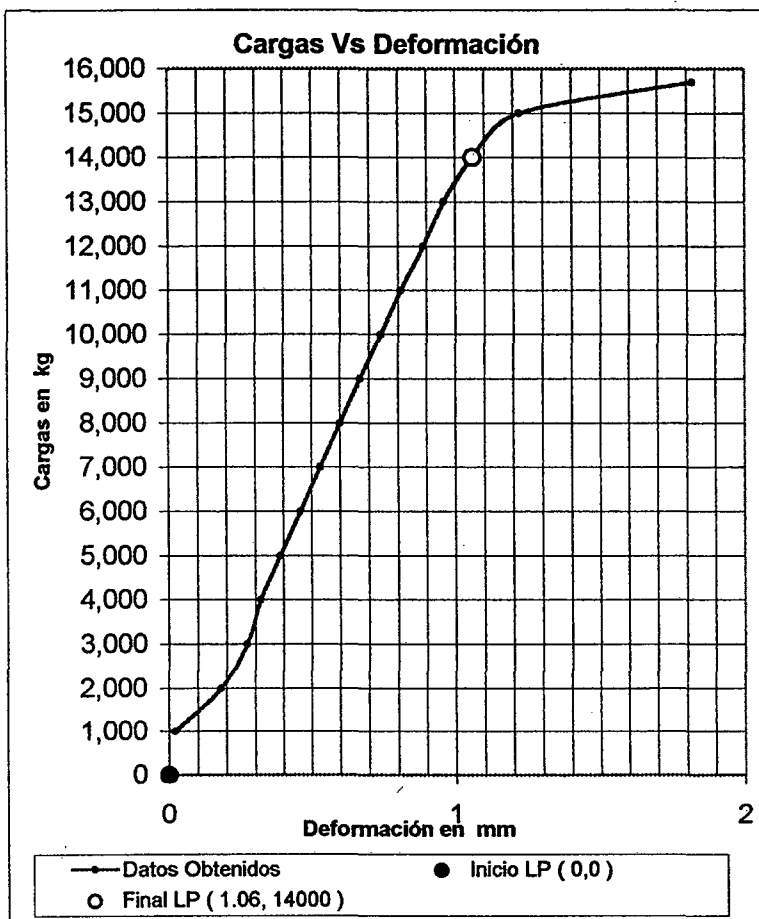
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 014

Probeta N° 01

Area Trans. (A)	=	24.674 cm ²	Ancho (cm)	=	4.925	Espesor (cm)	=	5.010
Longitud (L)	=	20.275 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	13,207.55 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	50.75 %	Carga de rotura (P)	=	15,700.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	14,000.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	3.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.06 mm			
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	108,527.32 kg/cm ²			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	636.29 kg/cm ²			

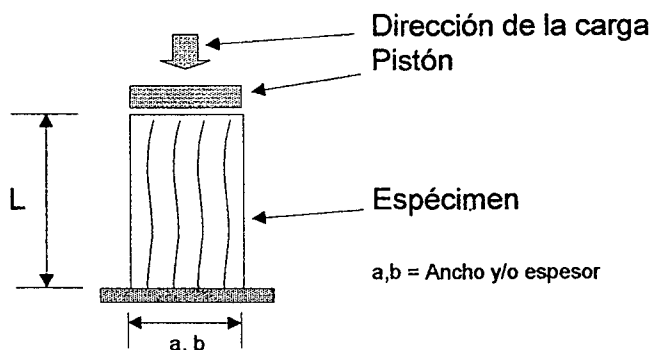
No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	1,000	0.02
2	2,000	0.18
3	3,000	0.27
4	4,000	0.32
5	5,000	0.39
6	6,000	0.46
7	7,000	0.53
8	8,000	0.60
9	9,000	0.67
10	10,000	0.74
11	11,000	0.81
12	12,000	0.89
13	13,000	0.96
14	14,000	1.06
15	15,000	1.22
16	15,700	1.82
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 8

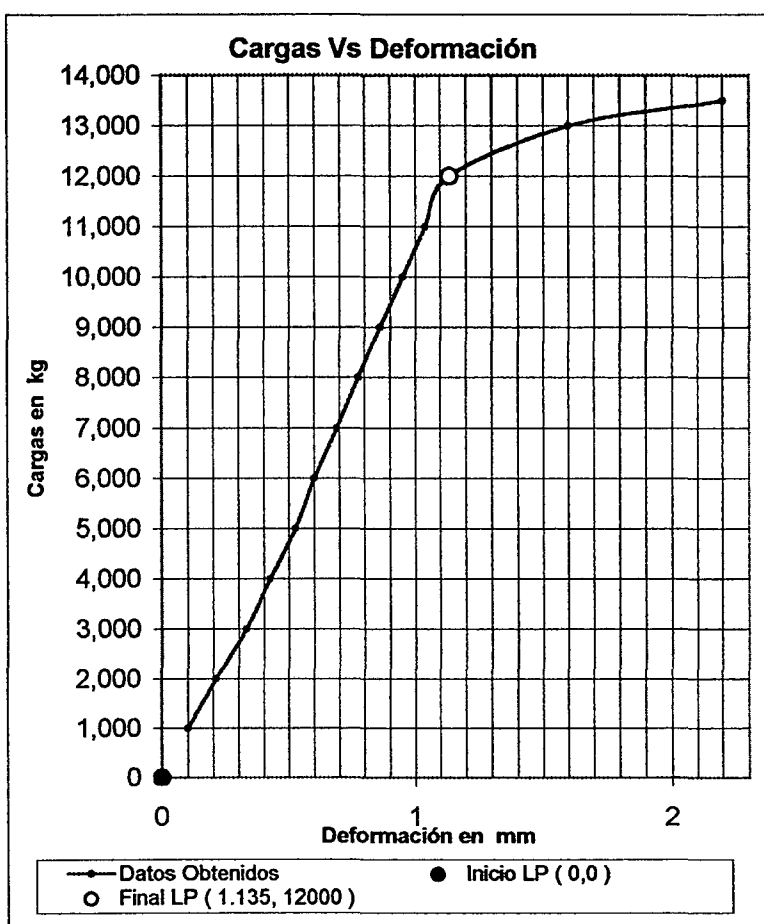
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 02

Area Trans. (A)	=	24.305 cm ²	Ancho (cm)	=	4.935	Espesor (cm)	=	4.925
Longitud (L)	=	20.302 cm	Ec. de la recta (kg)	=	y =	10,572.69 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.07 %	Carga de rotura (P)	=		13,500.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		12,000.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.60 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.135 mm		
Densidad básica	=	0.85 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		88,314.26 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		555.44 kg/cm ²		

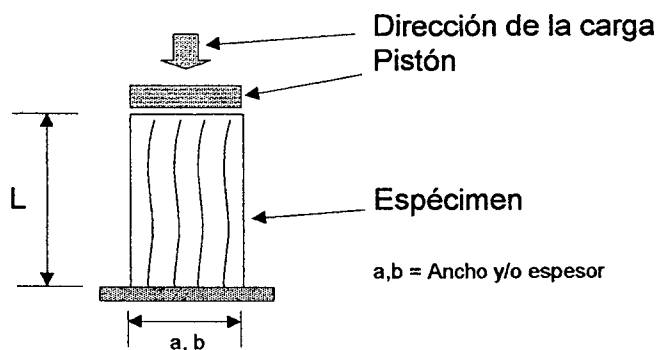
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm.
1	1,000	0.100
2	2,000	0.210
3	3,000	0.330
4	4,000	0.425
5	5,000	0.525
6	6,000	0.600
7	7,000	0.690
8	8,000	0.775
9	9,000	0.860
10	10,000	0.950
11	11,000	1.040
12	12,000	1.135
13	13,000	1.600
14	13,500	2.200
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 9

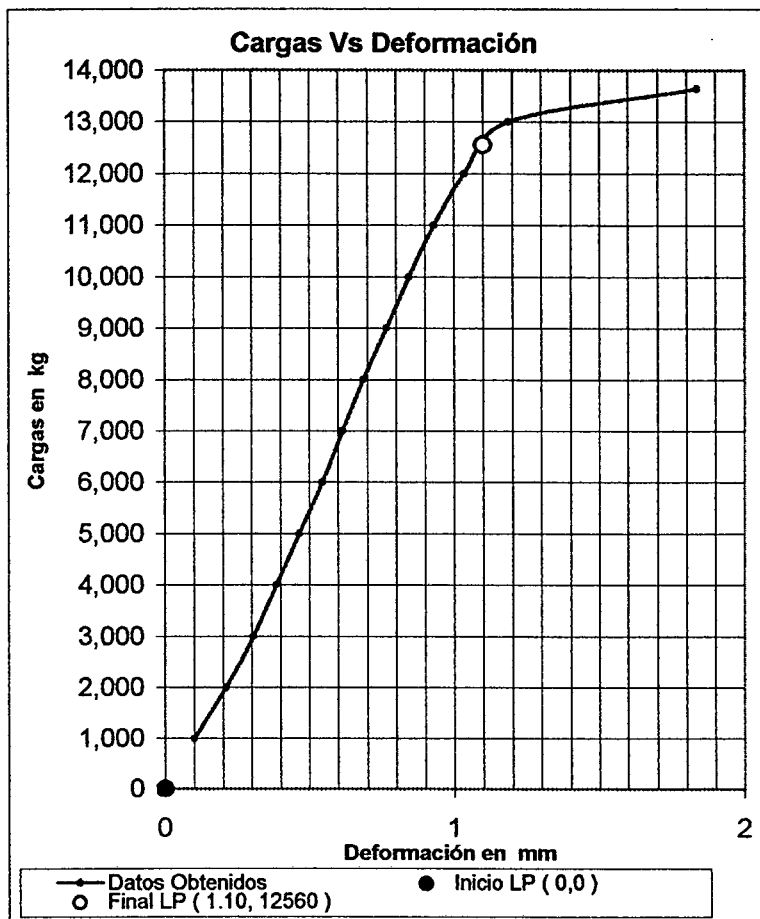
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 03

Area Trans. (A)	=	24.354 cm ²	Ancho (cm)	=	4.925	Espesor (cm) =	4.945
Longitud (L)	=	20.280 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	11,418.18 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	46.69 %	Carga de rotura (P)	=	13,650.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	12,560.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.20 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.10 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	95,080.70 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	560.48 kg/cm ²		

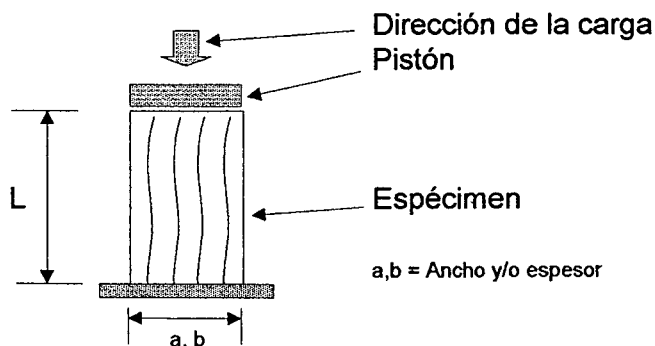
No Lact	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.100
2	2,000	0.210
3	3,000	0.305
4	4,000	0.385
5	5,000	0.465
6	6,000	0.545
7	7,000	0.615
8	8,000	0.685
9	9,000	0.765
10	10,000	0.845
11	11,000	0.930
12	12,000	1.035
13	13,000	1.185
14	13,650	1.835
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 10

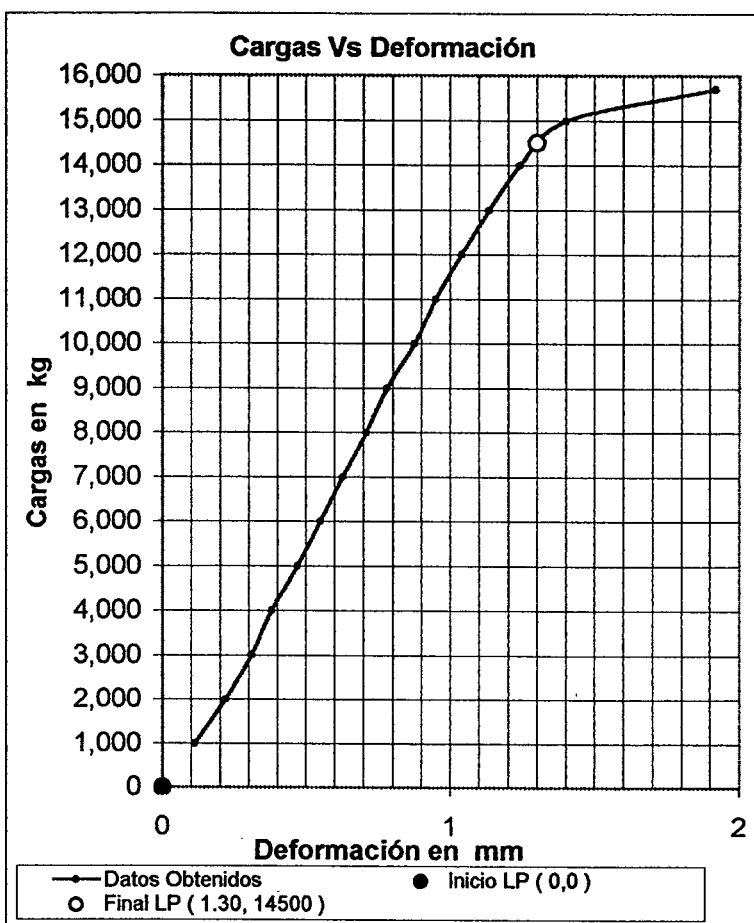
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 04

Area Trans. (A)	=	24.626 cm ²	Ancho (cm)	=	4.955	Espesor (cm)	=	4.970
Longitud (L)	=	20.290 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		11,153.85 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	50.68 %	Carga de rotura (P)	=		15,700.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		14,500.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.20 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.30 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		91,898.12 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		637.53 kg/cm ²		

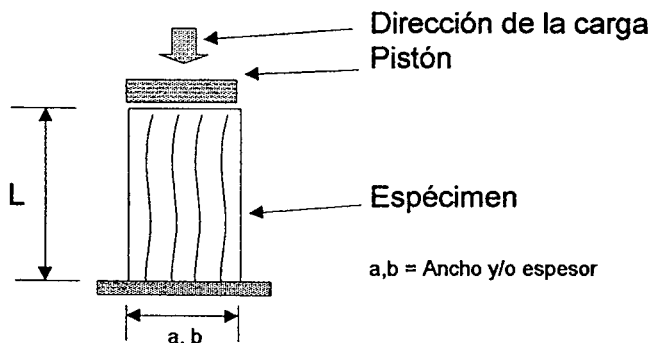
No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	1,000	0.110
2	2,000	0.220
3	3,000	0.310
4	4,000	0.380
5	5,000	0.470
6	6,000	0.550
7	7,000	0.630
8	8,000	0.710
9	9,000	0.780
10	10,000	0.875
11	11,000	0.950
12	12,000	1.040
13	13,000	1.135
14	14,000	1.240
15	15,000	1.400
16	15,700	1.920
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 11

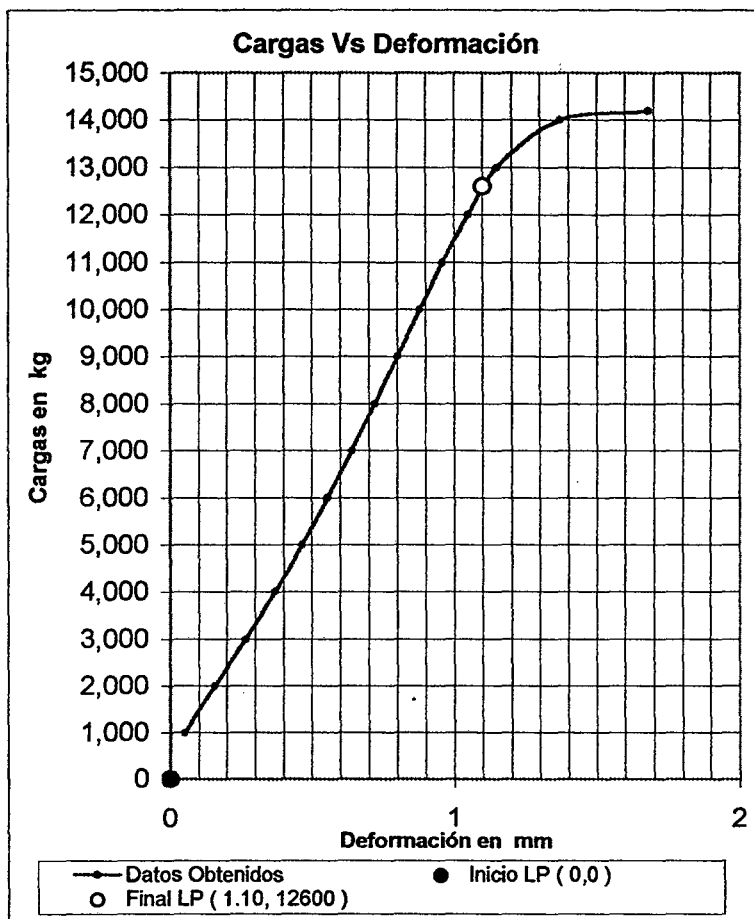
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 05

Area Trans. (A)	=	24.280 cm ²	Ancho (cm)	=	4.940	Espesor (cm) =	4.915
Longitud (L)	=	20.270 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	11,454.55 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	52.95 %	Carga de rotura (P)	=	14,200.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	12,600.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.75 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.10 mm		
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	95,627.13 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	584.84 kg/cm ²		

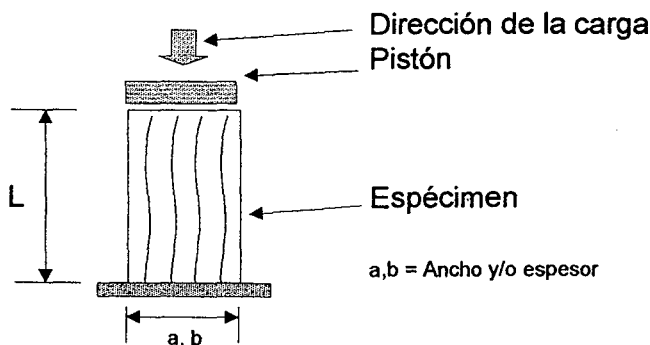
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.050
2	2,000	0.155
3	3,000	0.265
4	4,000	0.370
5	5,000	0.465
6	6,000	0.555
7	7,000	0.640
8	8,000	0.720
9	9,000	0.800
10	10,000	0.880
11	11,000	0.960
12	12,000	1.050
13	13,000	1.150
14	14,000	1.370
15	14,200	1.680
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 12

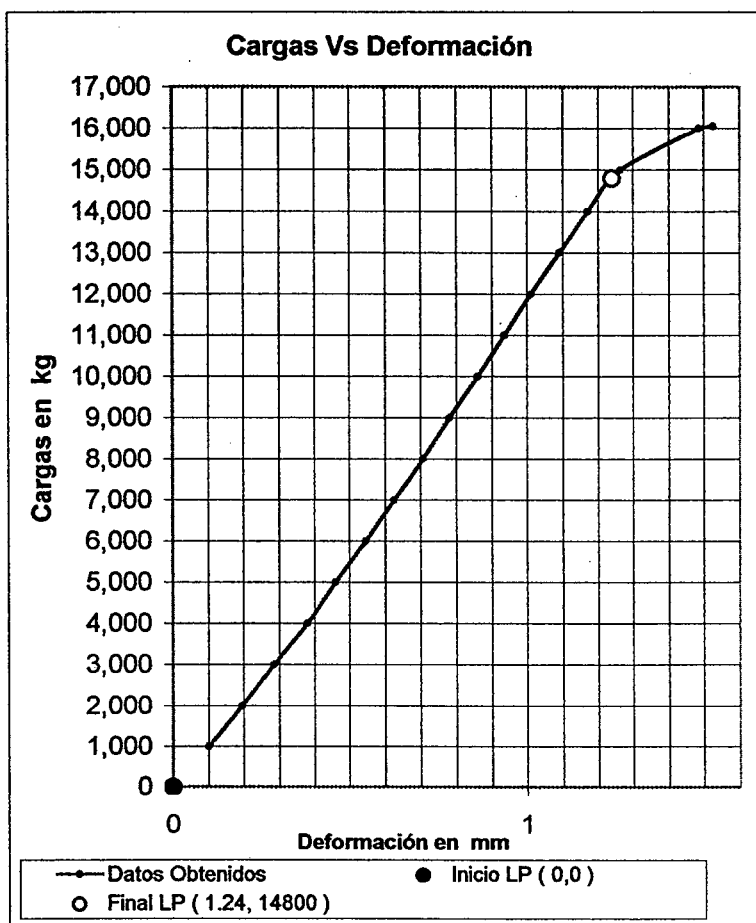
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 06

Area Trans. (A)	=	24.206 cm ²	Ancho (cm)	=	4.945	Espesor (cm) =	4.895
Longitud (L)	=	20.300 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	11,935.48 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.40 %	Carga de rotura (P)	=	16,050.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	14,800.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.50 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.24 mm		
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	100,096.08 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	663.06 kg/cm ²		

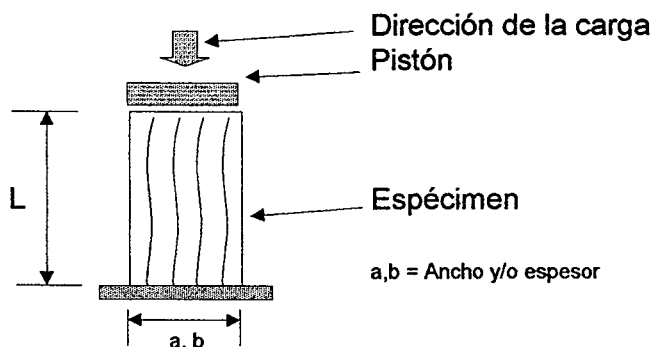
No Lec.	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.100
2	2,000	0.195
3	3,000	0.285
4	4,000	0.380
5	5,000	0.460
6	6,000	0.545
7	7,000	0.625
8	8,000	0.705
9	9,000	0.780
10	10,000	0.860
11	11,000	0.935
12	12,000	1.010
13	13,000	1.090
14	14,000	1.170
15	15,000	1.265
16	16,000	1.485
17	16,050	1.525
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 13

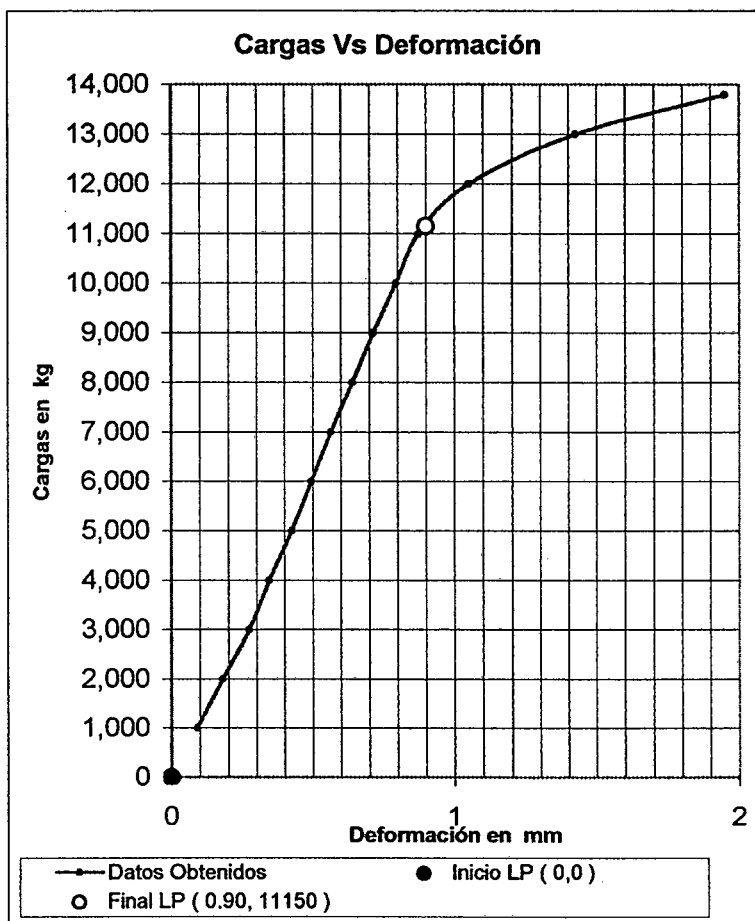
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 07

Area Trans. (A)	=	24.500 cm ²	Ancho (cm)	=	4.995	Espesor (cm) =	4.905
Longitud (L)	=	20.275 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	12,388.89 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	50.97 %	Carga de rotura (P)	=	13,800.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	11,150.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.20 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	0.90 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	102,522.39 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	563.25 kg/cm ²		

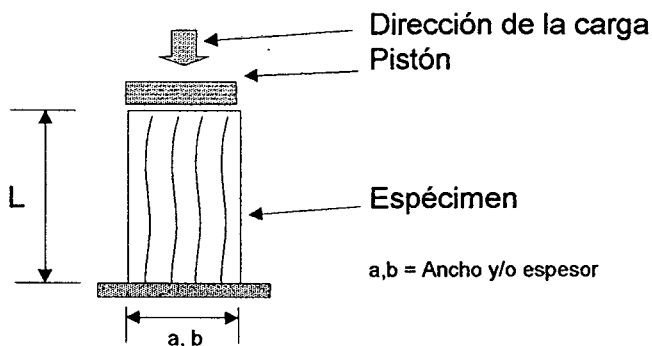
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.090
2	2,000	0.180
3	3,000	0.274
4	4,000	0.345
5	5,000	0.425
6	6,000	0.495
7	7,000	0.565
8	8,000	0.640
9	9,000	0.713
10	10,000	0.793
11	11,000	0.873
12	12,000	1.050
13	13,000	1.425
14	13,800	1.950
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 14

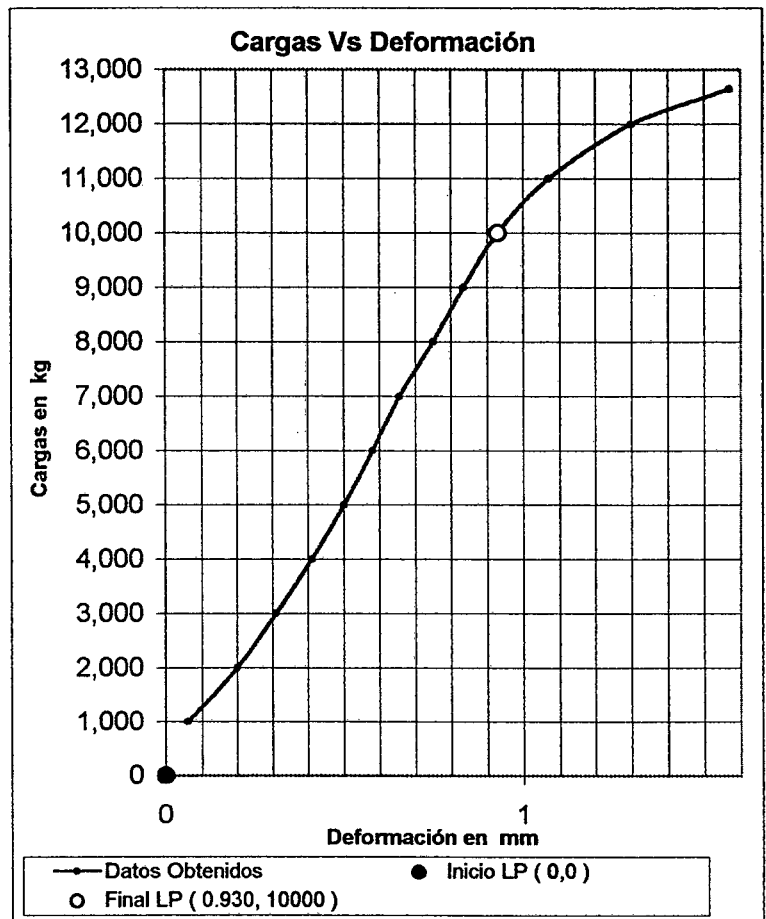
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 08

Area Trans. (A)	=	24.601 cm ²	Ancho (cm)	=	4.945	Espesor (cm)	=	4.975
Longitud (L)	=	20.270 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	10,752.69 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	50.89 %	Carga de rotura (P)	=	12,650.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	10,000.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	2.60 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	0.93 mm			
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	88,595.45 kg/cm ²			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	514.20 kg/cm ²			

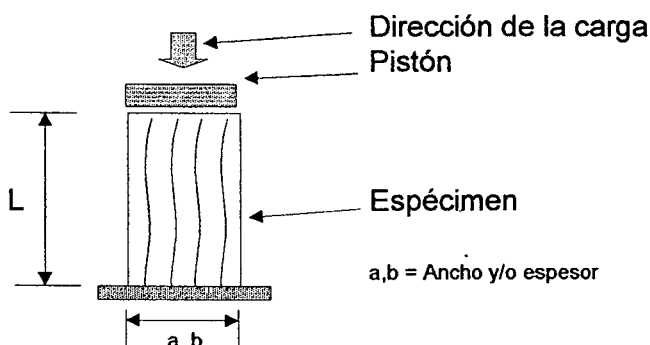
No. Lec.	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.060
2	2,000	0.200
3	3,000	0.310
4	4,000	0.410
5	5,000	0.500
6	6,000	0.580
7	7,000	0.655
8	8,000	0.750
9	9,000	0.835
10	10,000	0.930
11	11,000	1.070
12	12,000	1.300
13	12,650	1.570
14		
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 15

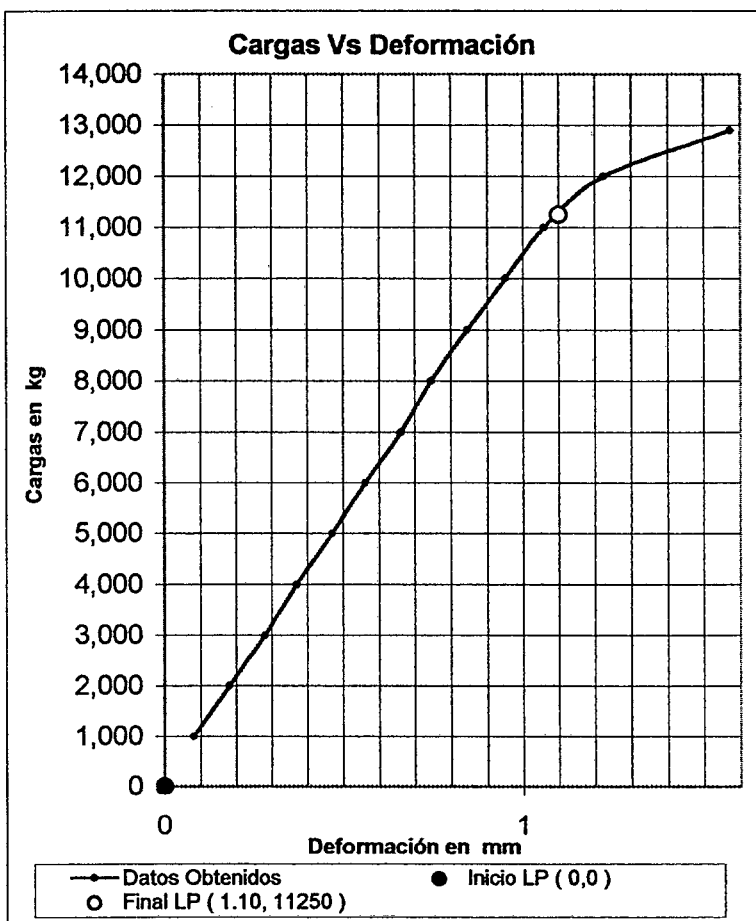
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 09

Area Trans. (A)	=	24.676 cm ²	Ancho (cm)	=	4.955	Espesor (cm)	=	4.980
Longitud (L)	=	20.260 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	10,227.27 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	50.67 %	Carga de rotura (P)	=	12,900.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	11,250.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	2.60 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.10 mm			
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	83,970.41 kg/cm ²			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	522.78 kg/cm ²			

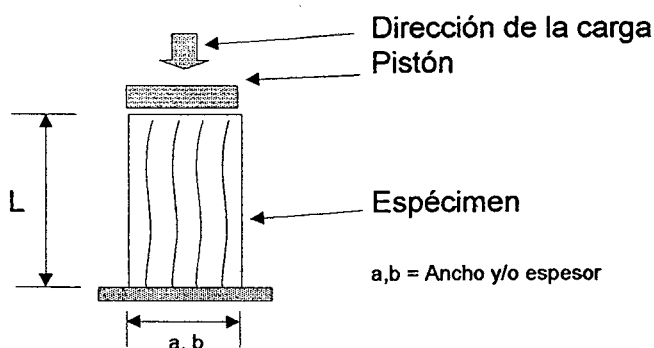
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.080
2	2,000	0.180
3	3,000	0.280
4	4,000	0.370
5	5,000	0.470
6	6,000	0.560
7	7,000	0.660
8	8,000	0.745
9	9,000	0.845
10	10,000	0.950
11	11,000	1.060
12	12,000	1.225
13	12,900	1.572
14		
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 16

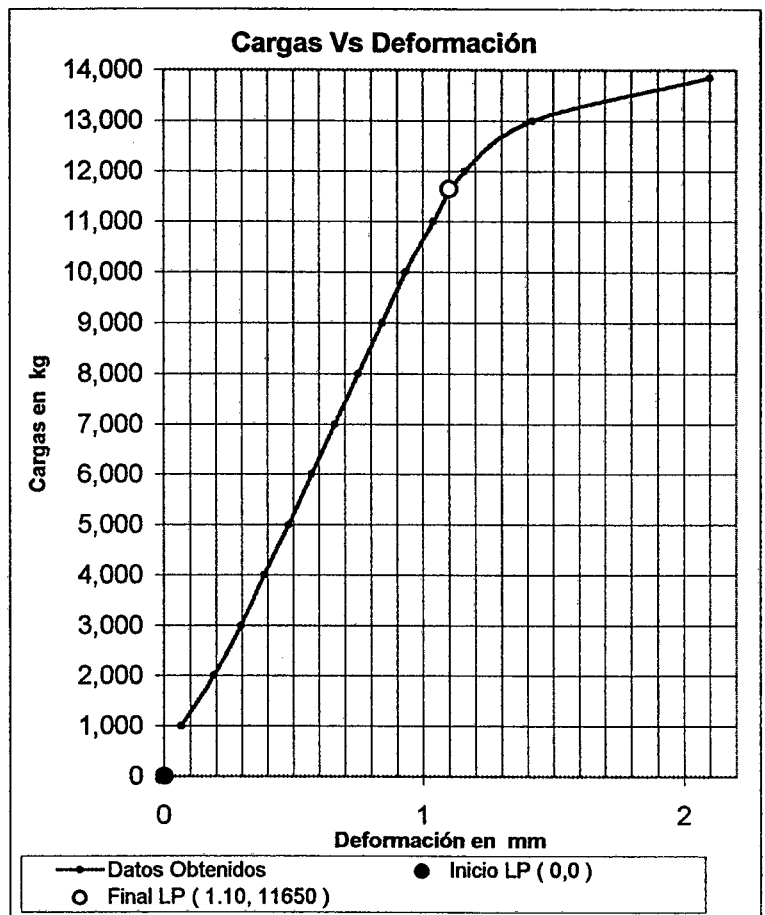
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 10

Area Trans. (A)	=	24.875 cm ²	Ancho (cm)	=	4.990	Espesor (cm) =	4.985
Longitud (L)	=	20.275 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	10,590.91 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	46.13 %	Carga de rotura (P)	=	13,850.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	11,650.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.45 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.10 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	86,323.37 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	556.78 kg/cm ²		

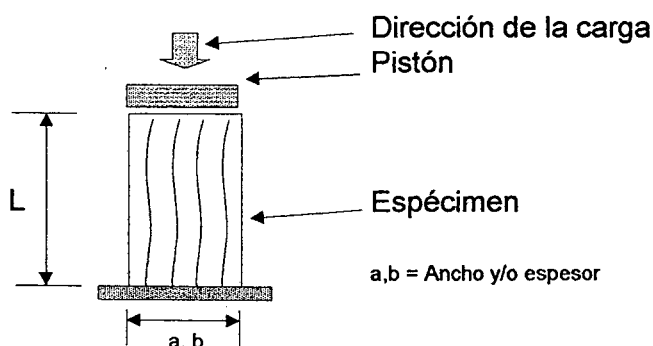
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.07
2	2,000	0.19
3	3,000	0.30
4	4,000	0.39
5	5,000	0.48
6	6,000	0.57
7	7,000	0.66
8	8,000	0.75
9	9,000	0.84
10	10,000	0.93
11	11,000	1.04
12	12,000	1.16
13	13,000	1.42
14	13,850	2.10
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 17

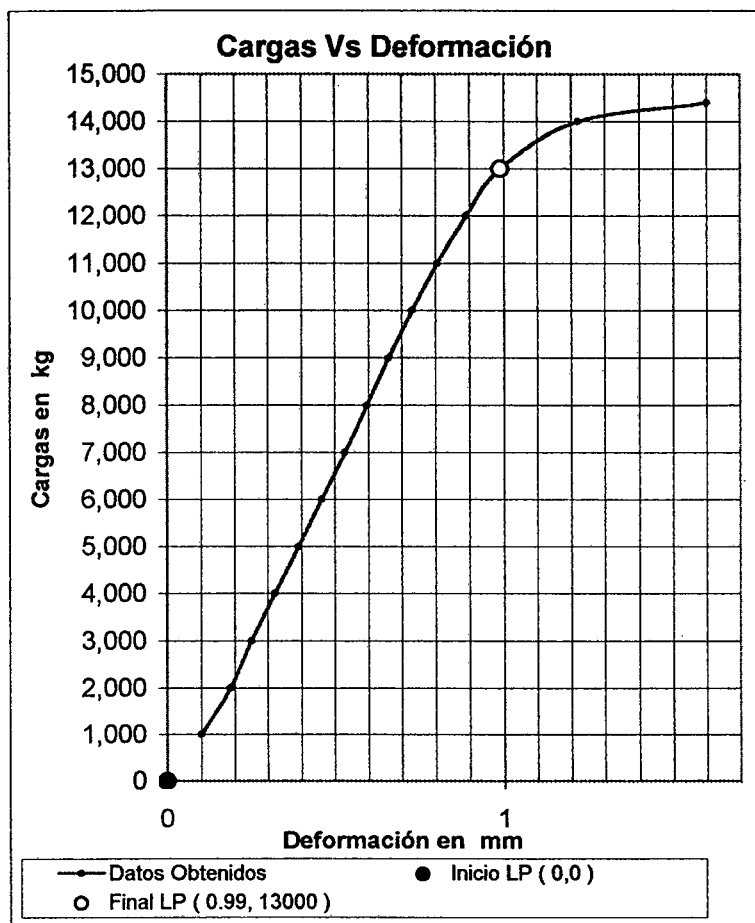
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 11

Area Trans. (A)	=	24.577 cm ²	Ancho (cm)	=	4.945	Espesor (cm)	=	4.97
Longitud (L)	=	20.270 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	13,131.31 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	50.74 %	Carga de rotura (P)	=	14,400.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	13,000.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	2.65 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	0.99 mm			
Densidad básica	=	0.81 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	108,302.68 kg/cm ²			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	585.92 kg/cm ²			

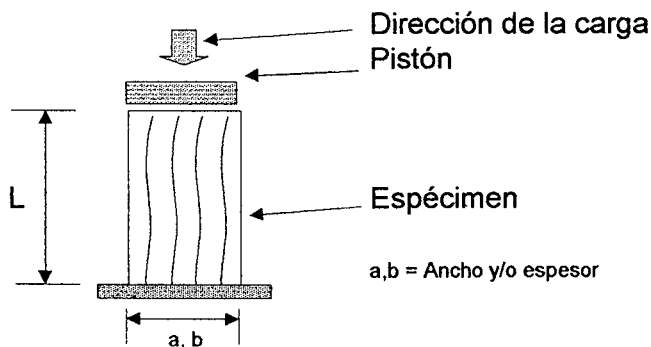
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.10
2	2,000	0.19
3	3,000	0.25
4	4,000	0.32
5	5,000	0.39
6	6,000	0.46
7	7,000	0.53
8	8,000	0.60
9	9,000	0.66
10	10,000	0.73
11	11,000	0.81
12	12,000	0.89
13	13,000	0.99
14	14,000	1.22
15	14,400	1.60
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 18

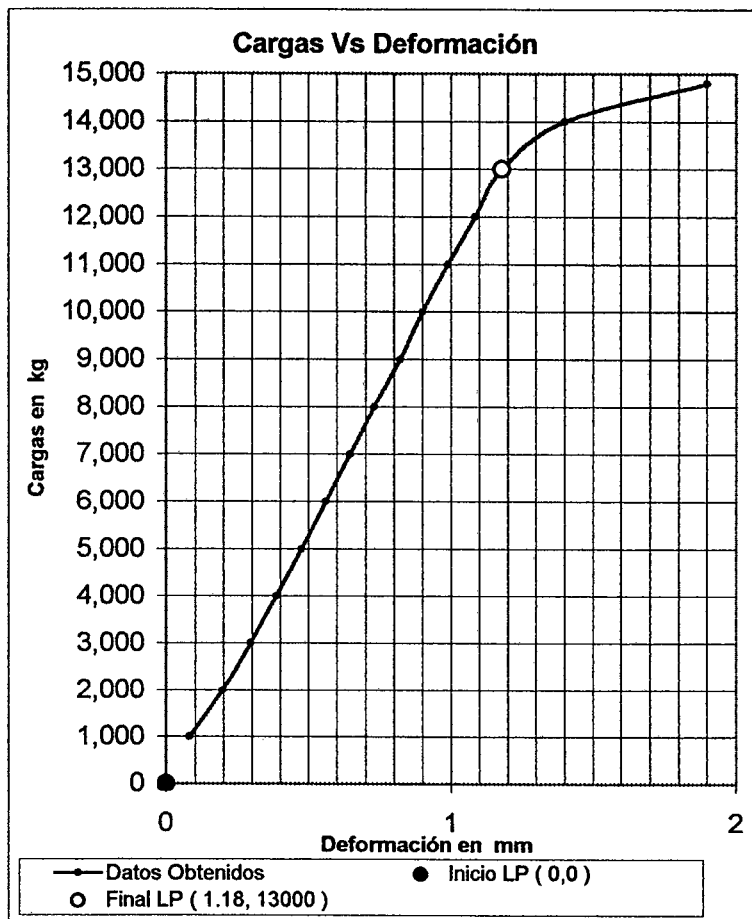
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 12

Area Trans. (A)	=	25.150 cm ²	Ancho (cm)	=	5.015	Espesor (cm) =	5.015
Longitud (L)	=	20.270 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	11,016.95 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.49 %	Carga de rotura (P)	=	14,800.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	13,000.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.15 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.18 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	88,791.87 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	588.46 kg/cm ²		

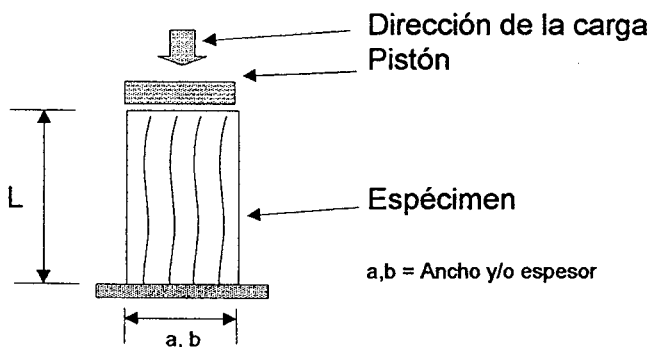
No Lecl	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.08
2	2,000	0.20
3	3,000	0.30
4	4,000	0.39
5	5,000	0.48
6	6,000	0.56
7	7,000	0.65
8	8,000	0.73
9	9,000	0.82
10	10,000	0.90
11	11,000	0.99
12	12,000	1.09
13	13,000	1.18
14	14,000	1.40
15	14,800	1.90
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 19

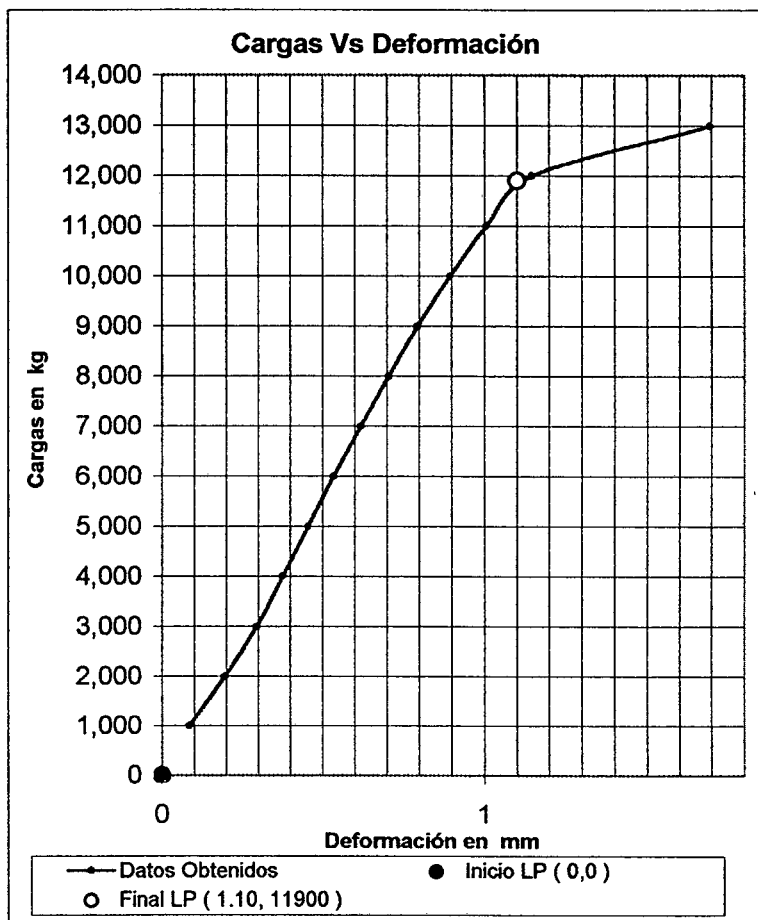
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 13

Área Trans. (A)	=	24.453 cm ²	Ancho (cm)	=	4.930	Espesor (cm) =	4.960
Longitud (L)	=	20.255 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	10,818.18 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.46 %	Carga de rotura (P)	=	13,000.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	11,900.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.80 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.10 mm		
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	89,610.30 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	531.64 kg/cm ²		

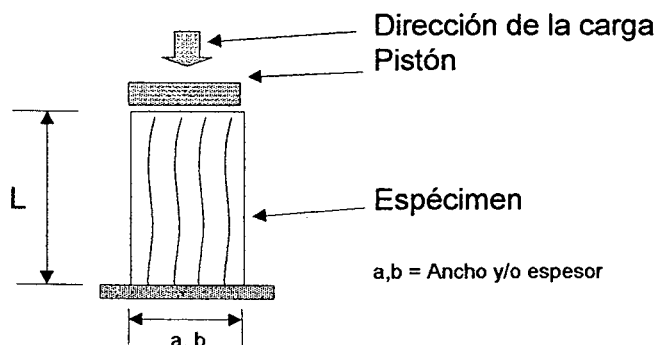
No Lec	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.085
2	2,000	0.195
3	3,000	0.295
4	4,000	0.375
5	5,000	0.455
6	6,000	0.535
7	7,000	0.620
8	8,000	0.705
9	9,000	0.795
10	10,000	0.895
11	11,000	1.005
12	12,000	1.145
13	13,000	1.695
14		
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 20

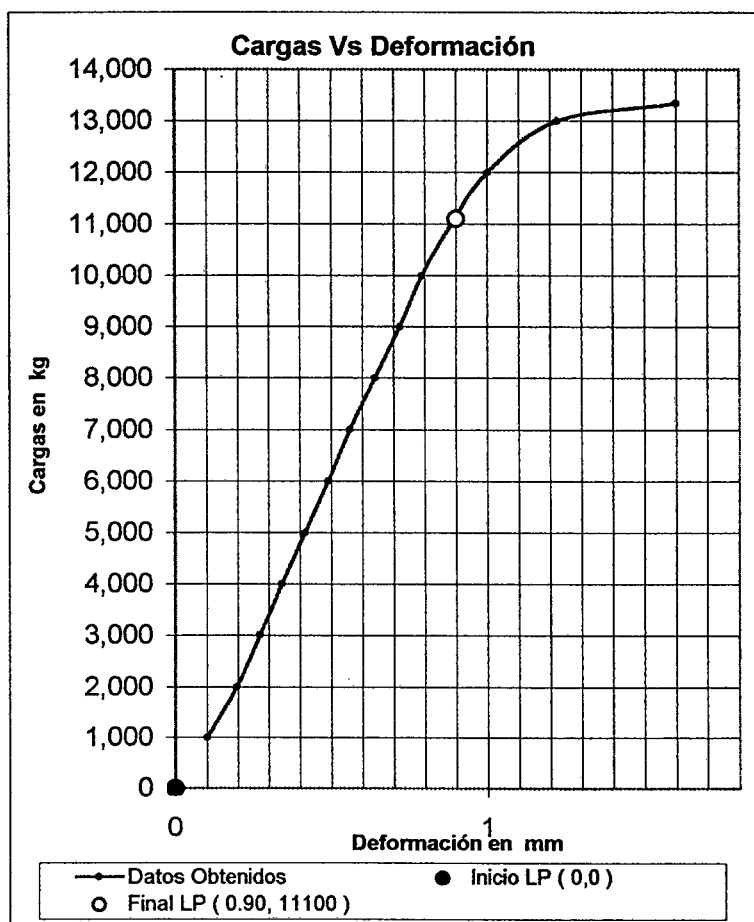
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 14

Area Trans. (A)	=	24.776 cm ²	Ancho (cm)	=	4.975	Espesor (cm) =	4.980
Longitud (L)	=	20.270 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	12,333.33 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	50.10 %	Carga de rotura (P)	=	13,350.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	11,100.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.65 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	0.90 mm		
Densidad básica	=	0.85 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	100,904.79 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	538.84 kg/cm ²		

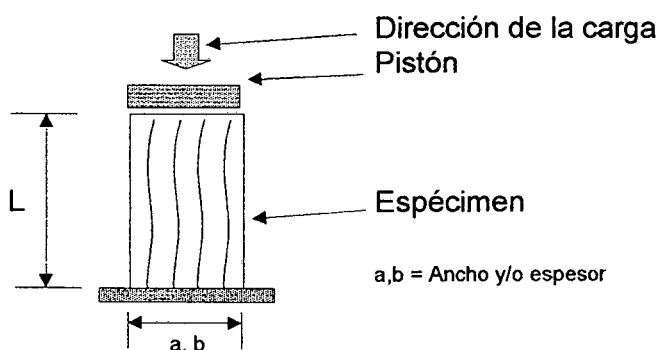
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm.
1	1,000	0.10
2	2,000	0.20
3	3,000	0.27
4	4,000	0.34
5	5,000	0.42
6	6,000	0.49
7	7,000	0.56
8	8,000	0.64
9	9,000	0.72
10	10,000	0.79
11	11,000	0.89
12	12,000	1.00
13	13,000	1.22
14	13,350	1.60
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 21

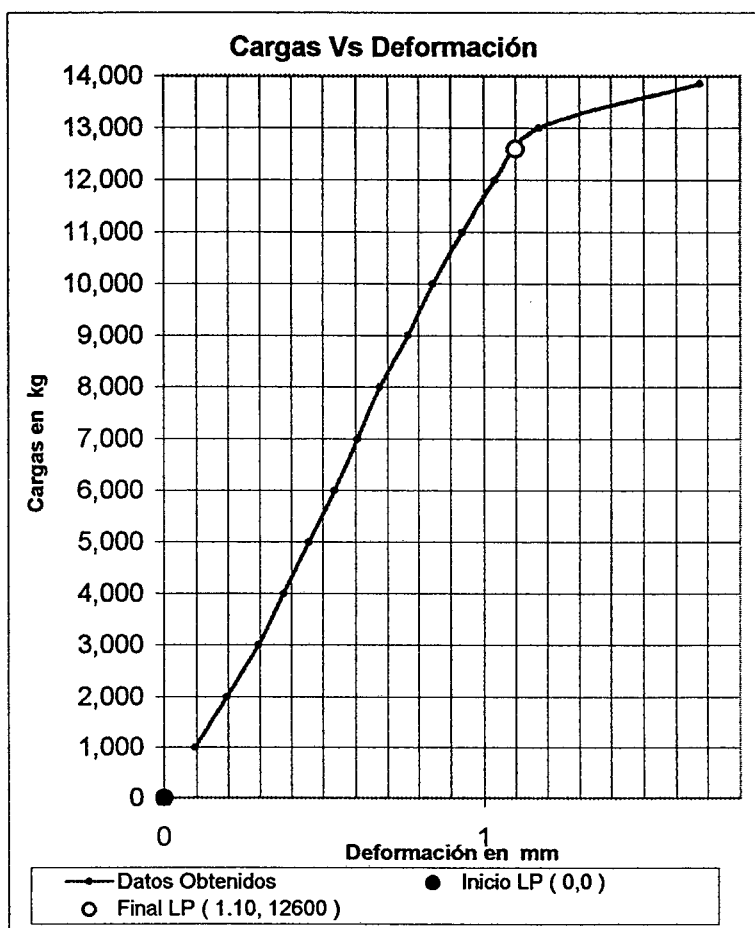
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 15

Area Trans. (A)	=	24.950 cm ²	Ancho (cm)	=	4.975	Espesor (cm)	=	5.015
Longitud (L)	=	20.265 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	11,454.55 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	47.04 %	Carga de rotura (P)	=	13,850.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	12,600.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	2.80 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.10 mm			
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	93,038.02 kg/cm ²			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	555.12 kg/cm ²			

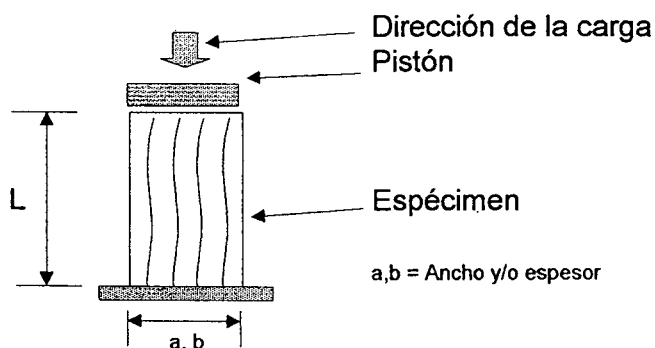
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm.
1	1,000	0.095
2	2,000	0.195
3	3,000	0.295
4	4,000	0.375
5	5,000	0.455
6	6,000	0.535
7	7,000	0.605
8	8,000	0.675
9	9,000	0.765
10	10,000	0.845
11	11,000	0.935
12	12,000	1.035
13	13,000	1.175
14	13,850	1.675
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 22

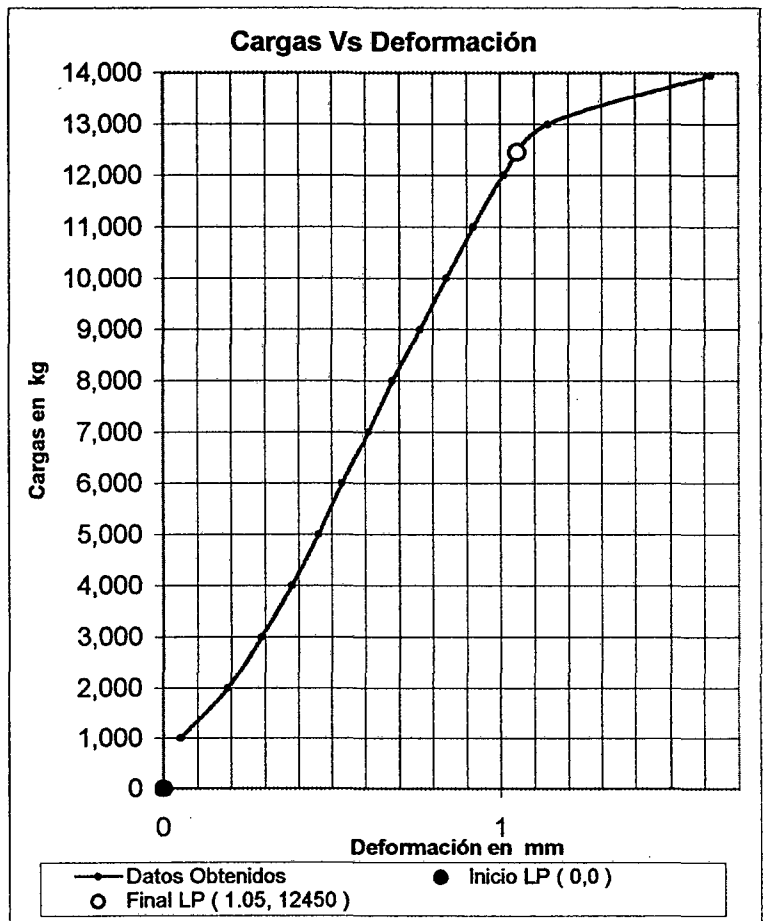
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 16

Area Trans. (A)	=	24.676 cm ²	Ancho (cm)	=	4.955	Espesor (cm)	=	4.980
Longitud (L)	=	20.250 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	11,857.14 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	49.75 %	Carga de rotura (P)	=	13,950.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	12,450.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	2.70 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.05 mm			
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	97,304.31 kg/cm ²			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	565.33 kg/cm ²			

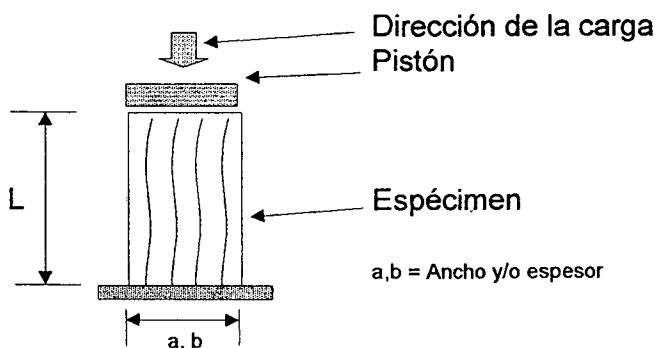
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.05
2	2,000	0.19
3	3,000	0.29
4	4,000	0.38
5	5,000	0.46
6	6,000	0.53
7	7,000	0.61
8	8,000	0.68
9	9,000	0.76
10	10,000	0.84
11	11,000	0.92
12	12,000	1.01
13	13,000	1.14
14	13,950	1.62
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 23

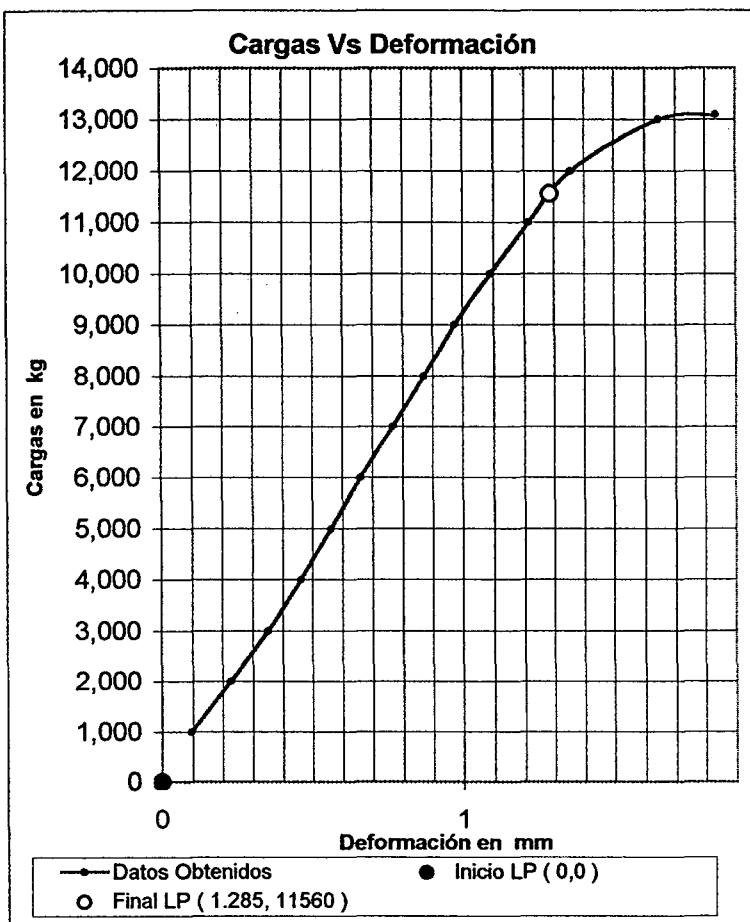
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 17

Area Trans. (A)	=	24.701 cm ²	Ancho (cm)	=	4.985	Espesor (cm)	=	4.955
Longitud (L)	=	20.275 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		8,996.11 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	50.84 %	Carga de rotura (P)	=		13,100.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		11,560.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.285 mm		
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		73,842.56 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		530.35 kg/cm ²		

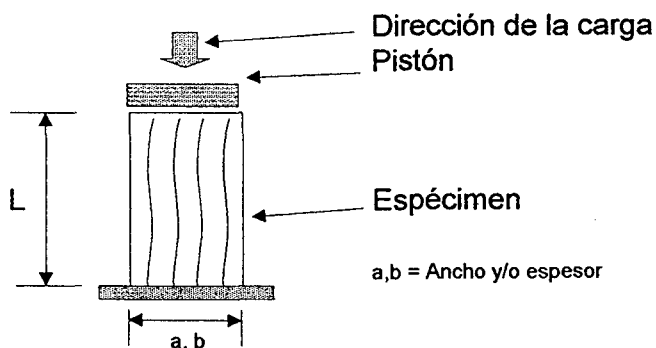
No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	1,000	0.095
2	2,000	0.225
3	3,000	0.350
4	4,000	0.460
5	5,000	0.560
6	6,000	0.660
7	7,000	0.765
8	8,000	0.870
9	9,000	0.975
10	10,000	1.090
11	11,000	1.215
12	12,000	1.355
13	13,000	1.645
14	13,100	1.835
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 24

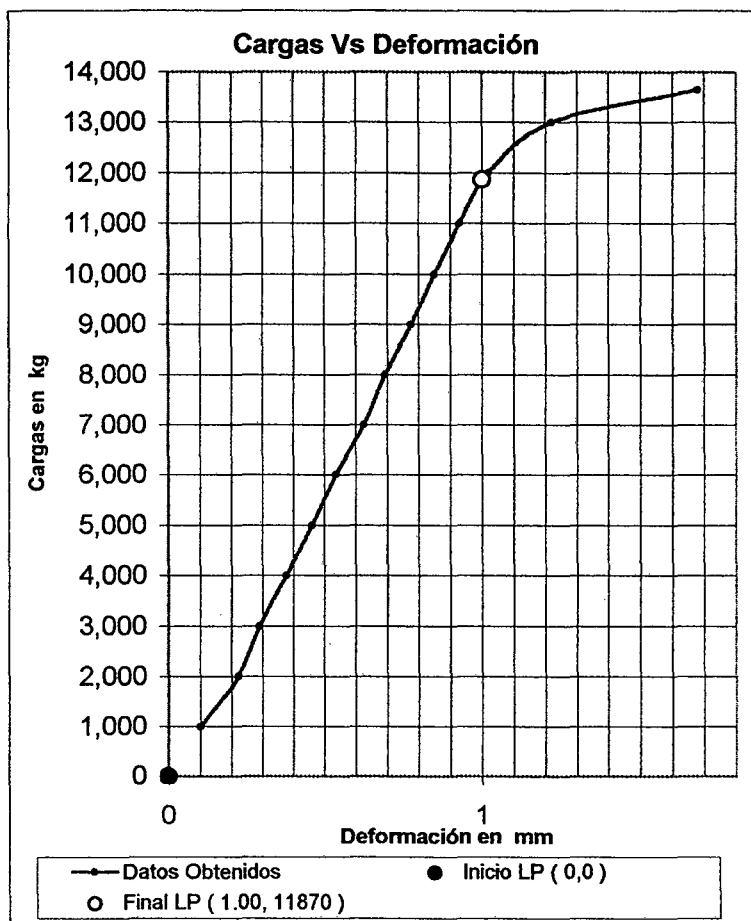
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 18

Area Trans. (A)	=	24.676 cm ²	Ancho (cm)	=	4.965	Espesor (cm) =	4.970
Longitud (L)	=	20.265 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	11,870.00 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	51.18 %	Carga de rotura (P)	=	13,650.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	11,870.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.75 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.00 mm		
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	97,481.38 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	553.17 kg/cm ²		

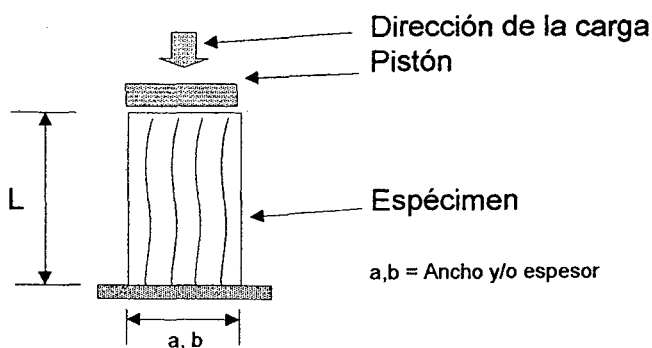
No Lecl	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.100
2	2,000	0.220
3	3,000	0.290
4	4,000	0.375
5	5,000	0.460
6	6,000	0.535
7	7,000	0.625
8	8,000	0.690
9	9,000	0.775
10	10,000	0.850
11	11,000	0.930
12	12,000	1.020
13	13,000	1.220
14	13,650	1.680
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 25

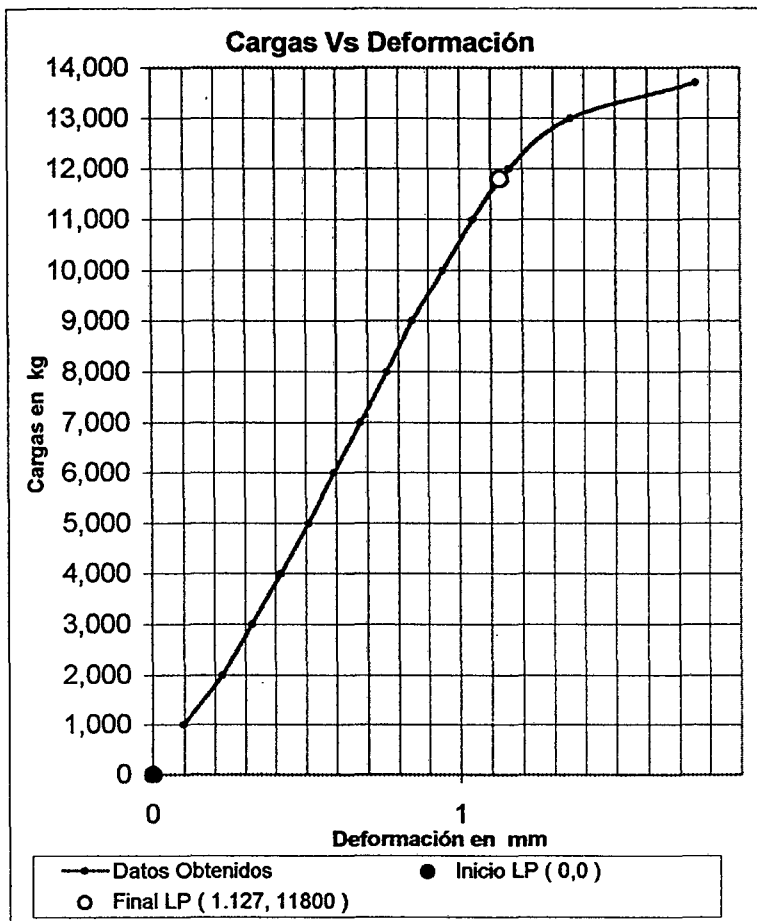
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 19

Area Trans. (A)	=	24.676 cm ²	Ancho (cm)	=	4.975	Espesor (cm) =	4.960
Longitud (L)	=	20.245 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	10,470.28 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	47.00 %	Carga de rotura (P)	=	13,700.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	11,800.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.90 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.127 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	85,901.57 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	555.20 kg/cm ²		

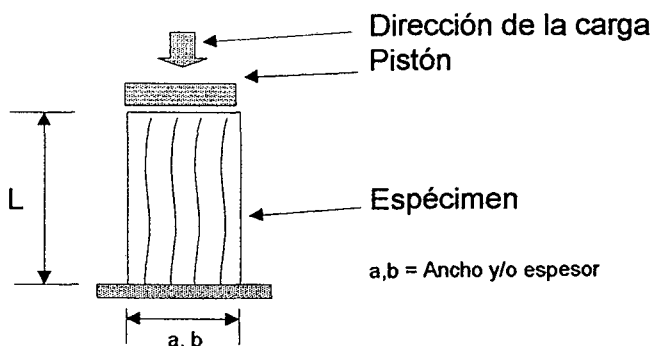
No Lec.	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.097
2	2,000	0.222
3	3,000	0.322
4	4,000	0.417
5	5,000	0.507
6	6,000	0.592
7	7,000	0.677
8	8,000	0.762
9	9,000	0.847
10	10,000	0.947
11	11,000	1.042
12	12,000	1.157
13	13,000	1.357
14	13,700	1.757
15		
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



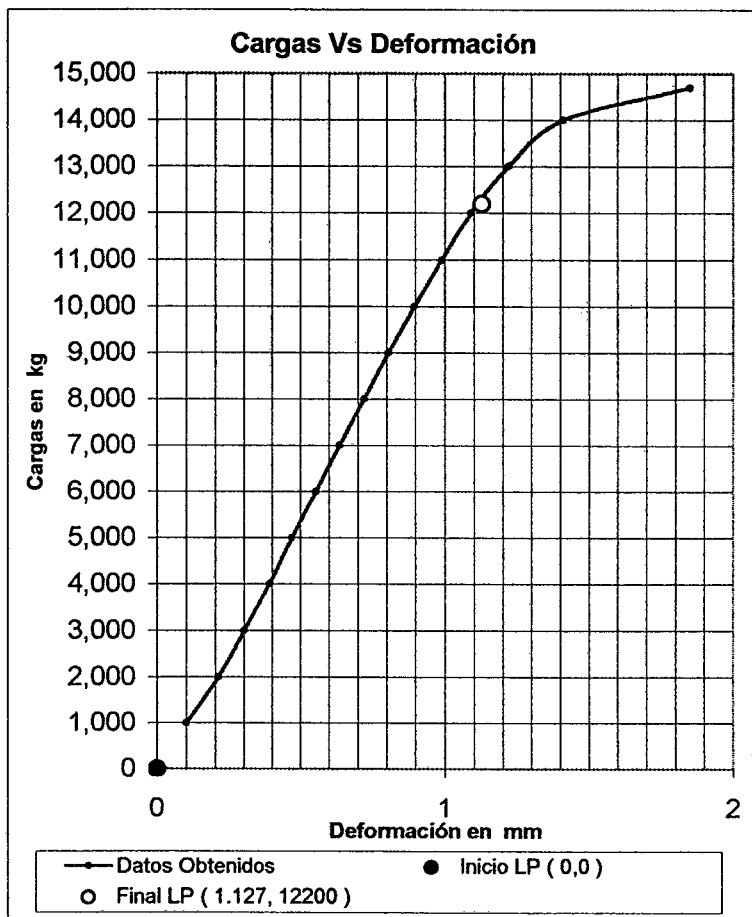
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 14

Probeta N° 20

Area Trans. (A)	=	25.025 cm ²	Ancho (cm)	=	5.005	Espesor (cm)	=	5.000
Longitud (L)	=	20.265 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	10,825.20 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	50.75 %	Carga de rotura (P)	=	14,700.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	12,200.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	3.05 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.127 mm			
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=	87,661.41 kg/cm ²			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	587.41 kg/cm ²			

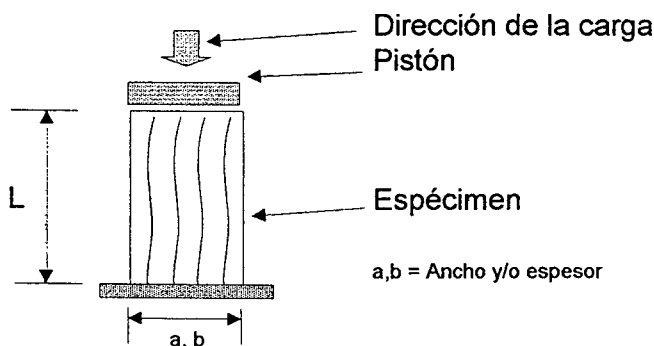
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	1,000	0.100
2	2,000	0.210
3	3,000	0.300
4	4,000	0.390
5	5,000	0.470
6	6,000	0.555
7	7,000	0.635
8	8,000	0.720
9	9,000	0.805
10	10,000	0.895
11	11,000	0.990
12	12,000	1.090
13	13,000	1.220
14	14,000	1.410
15	14,700	1.850
16		
17		
18		



$$MOR = (P/A)$$

$$ME = ((P1 \times L)/(A \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 27

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA

EN ESTADO VERDE

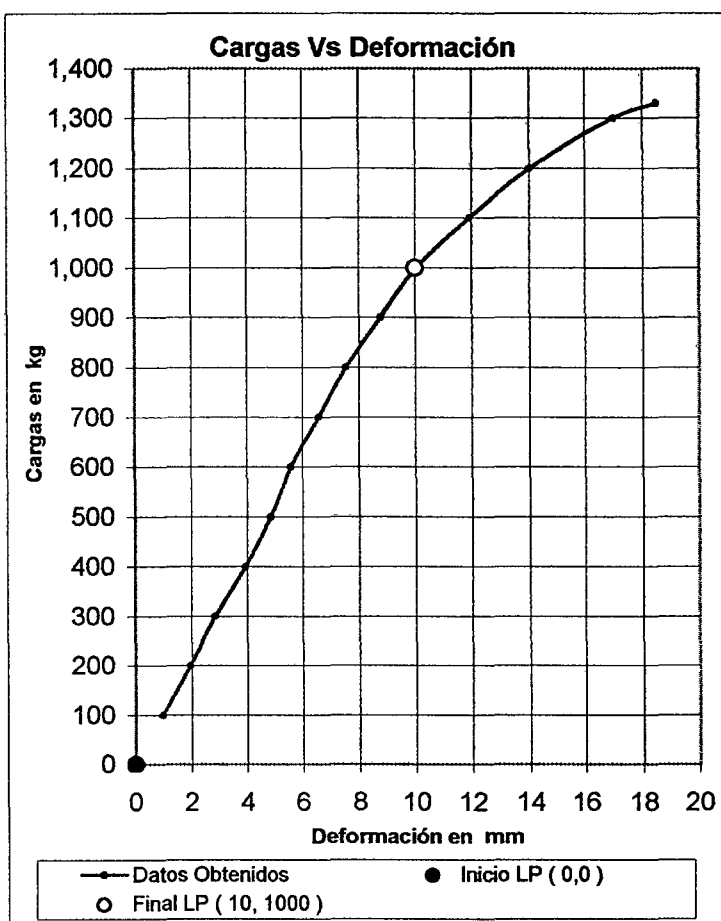
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 01

Ancho (a)	=	4.955 cm
Espesor (e)	=	4.940 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	50.68 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	7.50 min.
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	100.00 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,000.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	868.34 kg/cm ²
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	10.00 mm
Mód. de elast. (ME)	=	143,552.12 kg/cm ²
Carga máxima (P)	=	1,330.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,154.90 kg/cm ²

No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	0.96
2	200	1.95
3	300	2.85
4	400	3.95
5	500	4.85
6	600	5.58
7	700	6.58
8	800	7.55
9	900	8.75
10	1,000	10.05
11	1,100	11.92
12	1,200	14.00
13	1,300	17.00
14	1,330	18.48
15		
16		
17		
18		

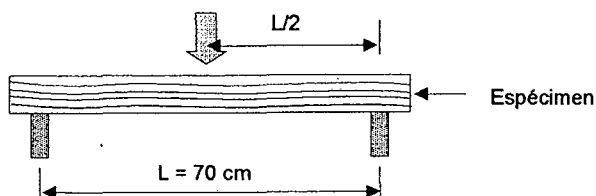


$$ELP = ((3 \times P1 \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3) / (4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X) / (Y))$$



Cuadro N° 28

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

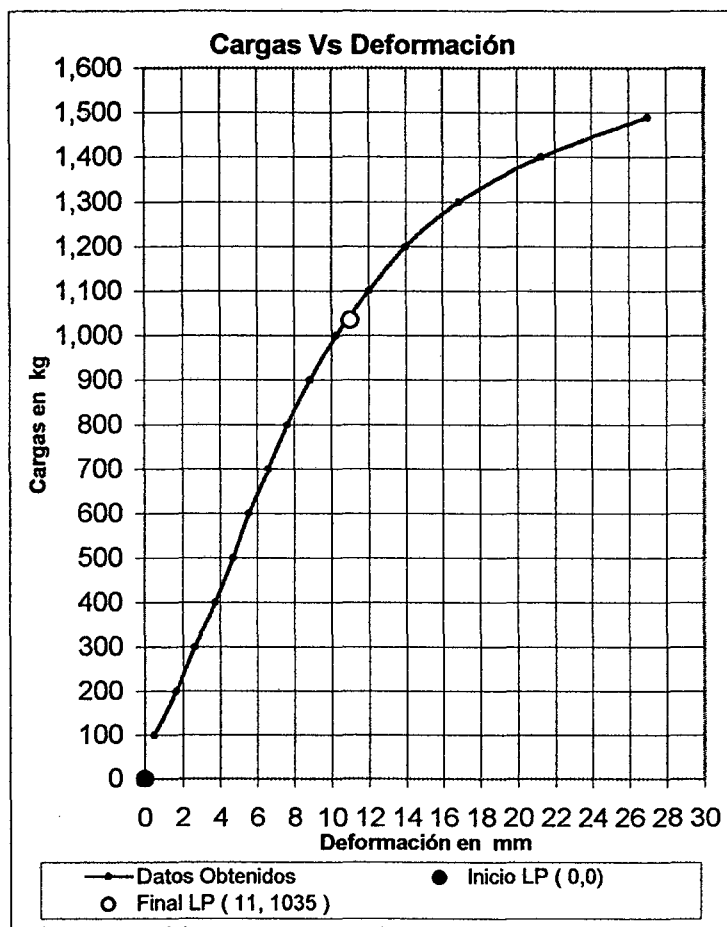
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 02

Ancho (a)	=	4.94 cm
Espesor (e)	=	4.95 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	43.60 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	11.00 min.
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	94.09 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,035.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	897.83 kg/cm ²
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	11.00 mm
Mód. de elast. (ME)	=	134,660.20 kg/cm ²
Carga máxima (P)	=	1,490.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,292.52 kg/cm ²

No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	0.48
2	200	1.62
3	300	2.60
4	400	3.75
5	500	4.70
6	600	5.55
7	700	6.62
8	800	7.63
9	900	8.85
10	1,000	10.25
11	1,100	12.00
12	1,200	13.98
13	1,300	16.85
14	1,400	21.25
15	1,490	27.00
16		
17		
18		

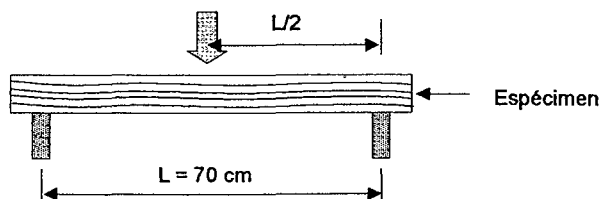


$$ELP = ((3 \times P1 \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3) / (4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X) / (Y))$$



Cuadro N° 29
ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA
EN ESTADO VERDE

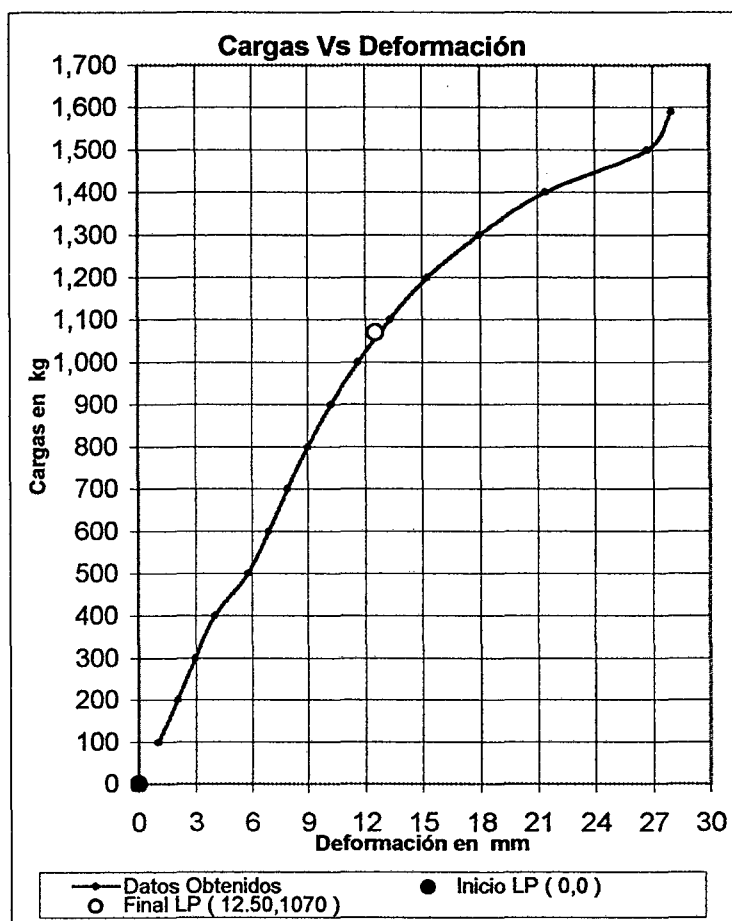
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 03

Ancho (a)	=	4.97 cm
Espesor (e)	=	4.93 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	43.86 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	11.30 min.
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	85.60 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,070.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	930.09 kg/cm ²
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	12.50 mm
Mód. de elast. (ME)	=	123,256.76 kg/cm ²
Carga máxima (P)	=	1,590.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,382.09 kg/cm ²

No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	100	1.03
2	200	2.03
3	300	2.95
4	400	4.00
5	500	5.78
6	600	6.90
7	700	7.90
8	800	9.00
9	900	10.18
10	1,000	11.60
11	1,100	13.28
12	1,200	15.30
13	1,300	17.95
14	1,400	21.40
15	1,500	26.70
16	1,590	28.00
17		
18		

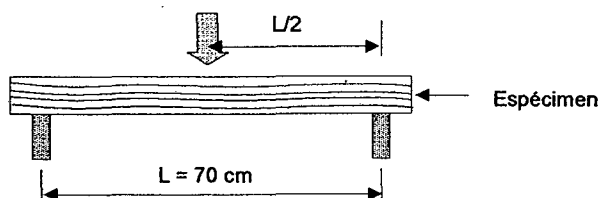


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 30
ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA
EN ESTADO VERDE

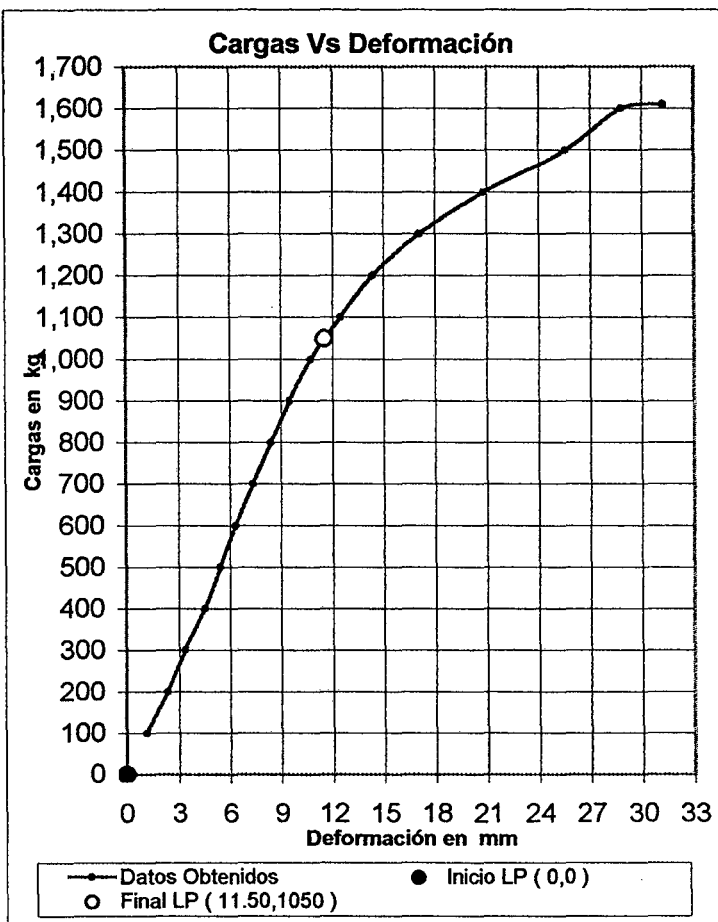
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 04

Ancho (a) = 4.965 cm
 Espesor (e) = 4.965 cm
 Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm
 Cont. de humedad = 49.75 %
 Temp. de laborat. = 21.00 °C
 Tiempo de ensayo = 12.50 min.
 Densidad básica = 0.85 gr/cm³
 Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 91.30 X (en mm)
 Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,050.00 kg
 Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 900.78 kg/cm²
 Def. al Lim. Prop. (Y) = 11.50 mm
 Mód. de elast. (ME) = 128,839.37 kg/cm²
 Carga máxima (P) = 1,610.00 kg
 Módulo de Rotura (MOR) = 1,381.20 kg/cm²

No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	100	1.13
2	200	2.33
3	300	3.33
4	400	4.48
5	500	5.40
6	600	6.30
7	700	7.33
8	800	8.40
9	900	9.52
10	1,000	10.73
11	1,100	12.46
12	1,200	14.35
13	1,300	17.10
14	1,400	20.80
15	1,500	25.58
16	1,600	28.80
17	1,610	31.20
18		

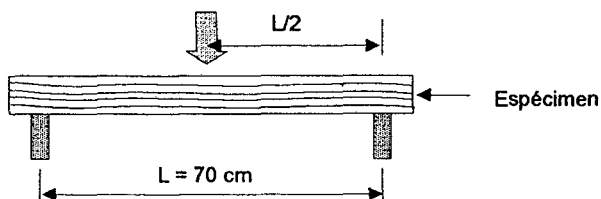


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 31

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA

EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 05

Ancho (a) = 4.945 cm

Espesor (e) = 4.915 cm

Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm

Cont. de humedad = 46.89 %

Temp. de laborat. = 21.00 °C

Tiempo de ensayo = 7.60 min.

Densidad básica = 0.83 gr/cm³

Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 100.00 X (en mm)

Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,100.00 kg

Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 966.87 kg/cm²

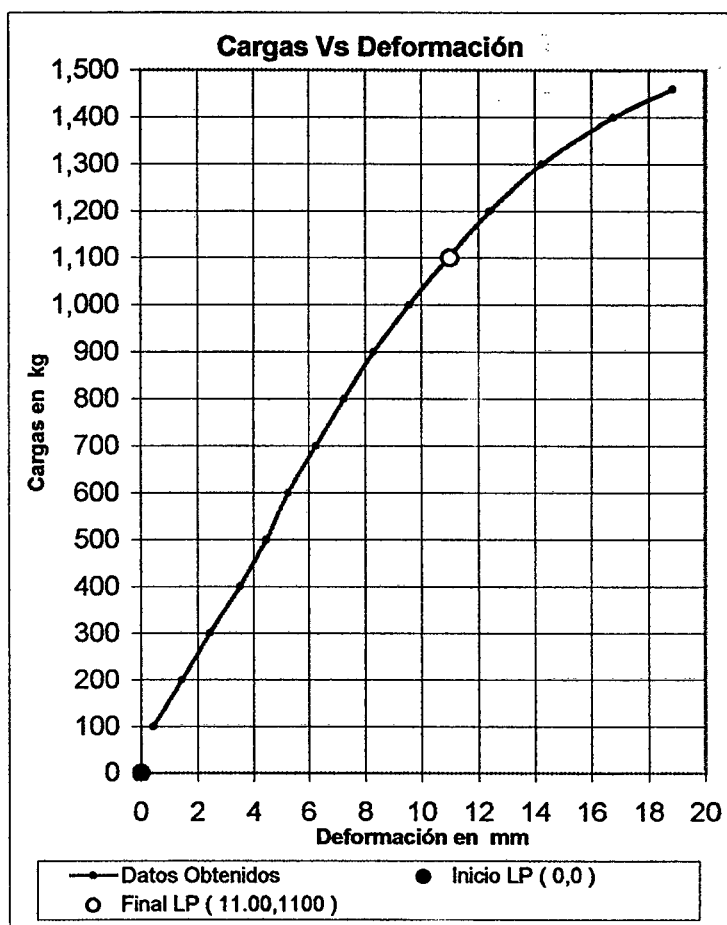
Def. al Lim. Prop. (Y) = 11.00 mm

Mód. de elast. (ME) = 146,048.56 kg/cm²

Carga máxima (P) = 1,460.00 kg

Módulo de Rotura (MOR) = 1,283.30 kg/cm²

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	0.42
2	200	1.43
3	300	2.43
4	400	3.50
5	500	4.45
6	600	5.25
7	700	6.25
8	800	7.25
9	900	8.28
10	1,000	9.55
11	1,100	10.95
12	1,200	12.38
13	1,300	14.23
14	1,400	16.77
15	1,460	18.85
16		
17		
18		

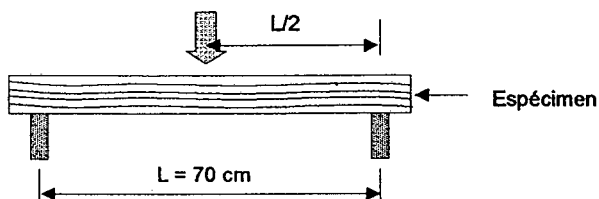


$$ELP = ((3 \times P1 \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3) / (4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X) / (Y))$$



Cuadro N° 32

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA

EN ESTADO VERDE

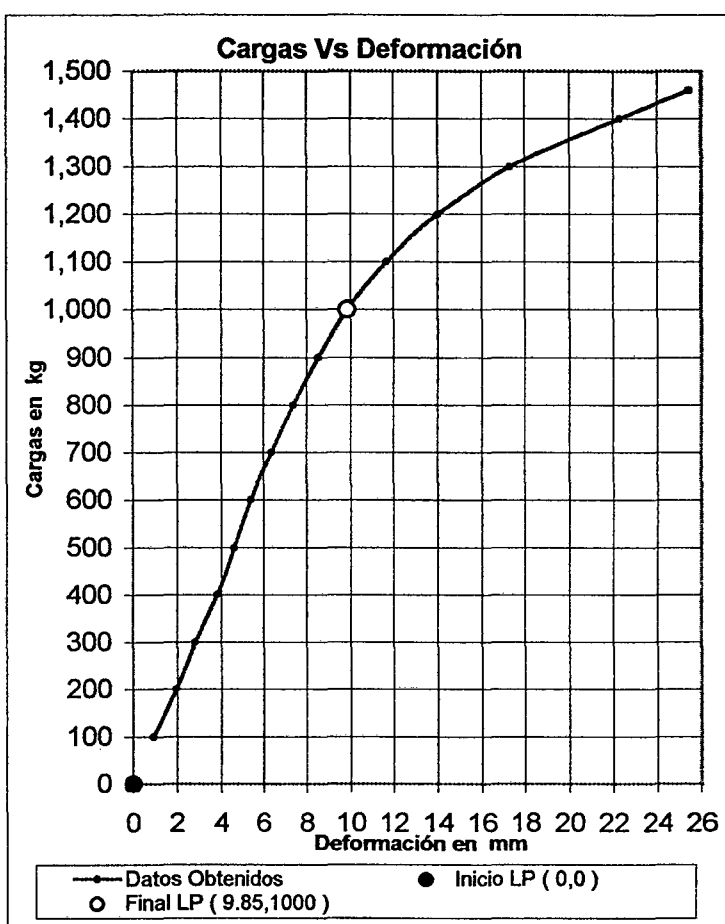
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 06

Ancho (a)	=	4.965 cm
Espesor (e)	=	4.955 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	45.05 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	10.30 min.
Densidad básica	=	0.86 gr/cm3
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	101.52 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,000.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	861.36 kg/cm2
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	9.85 mm
Mód. de elast. (ME)	=	144,127.77 kg/cm2
Carga máxima (P)	=	1,440.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,240.35 kg/cm2

No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	100	0.93
2	200	1.93
3	300	2.80
4	400	3.80
5	500	4.60
6	600	5.38
7	700	6.38
8	800	7.38
9	900	8.53
10	1,000	9.85
11	1,100	11.68
12	1,200	14.00
13	1,300	17.30
14	1,400	22.30
15	1,440	25.45
16		
17		
18		

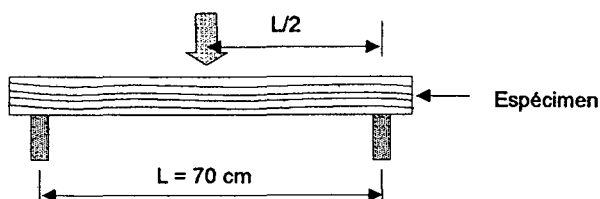


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 33

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 07

Ancho (a) = 4.990 cm

Espesor (e) = 5.000 cm

Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm

Cont. de humedad = 54.85 %

Temp. de laborat. = 21.00 °C

Tiempo de ensayo = 7.90 min.

Densidad básica = 0.85 gr/cm³

Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 93.78 X (en mm)

Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,100.00 kg

Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 925.85 kg/cm²

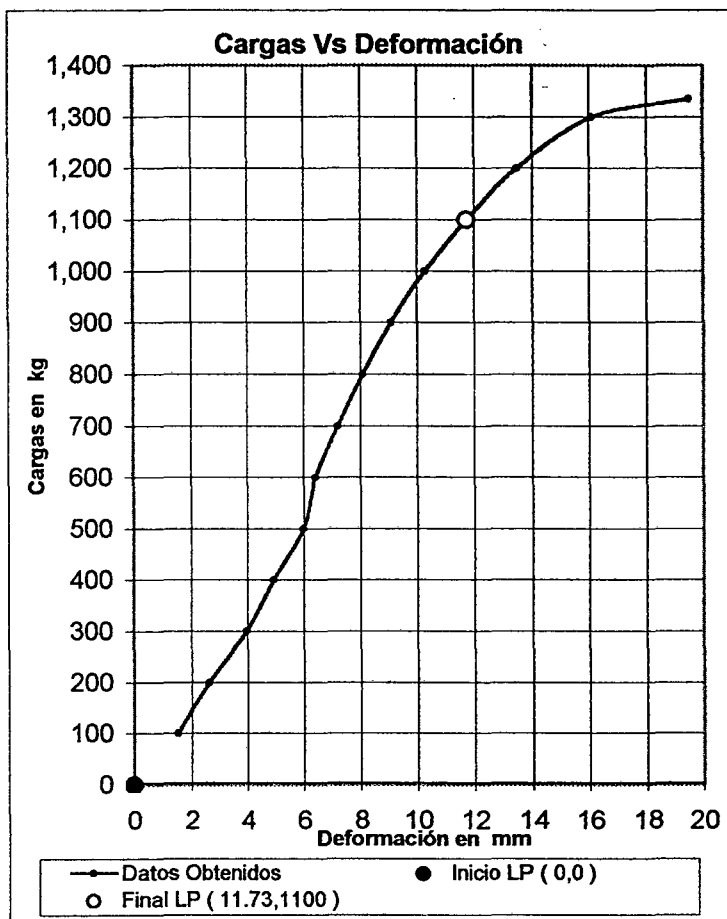
Def. al Lim. Prop. (Y) = 11.73 mm

Mód. de elast. (ME) = 128,919.39 kg/cm²

Carga máxima (P) = 1,335.00 kg

Módulo de Rotura (MOR) = 1,123.65 kg/cm²

No Ejec.	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.50
2	200	2.60
3	300	3.97
4	400	4.92
5	500	5.97
6	600	6.42
7	700	7.21
8	800	8.08
9	900	9.08
10	1,000	10.26
11	1,100	11.73
12	1,200	13.47
13	1,300	16.10
14	1,335	19.50
15		
16		
17		
18		

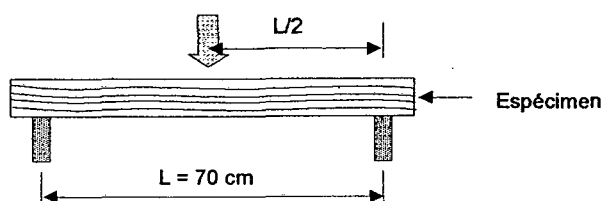


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 34

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 08

Ancho (a) = 4.950 cm

Espesor (e) = 4.965 cm

Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm

Cont. de humedad = 52.76 %

Temp. de laborat. = 21.00 °C

Tiempo de ensayo = 8.30 min.

Densidad básica = 0.83 gr/cm³

Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 105.04 X (en mm)

Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,000.00 kg

Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 860.49 kg/cm²

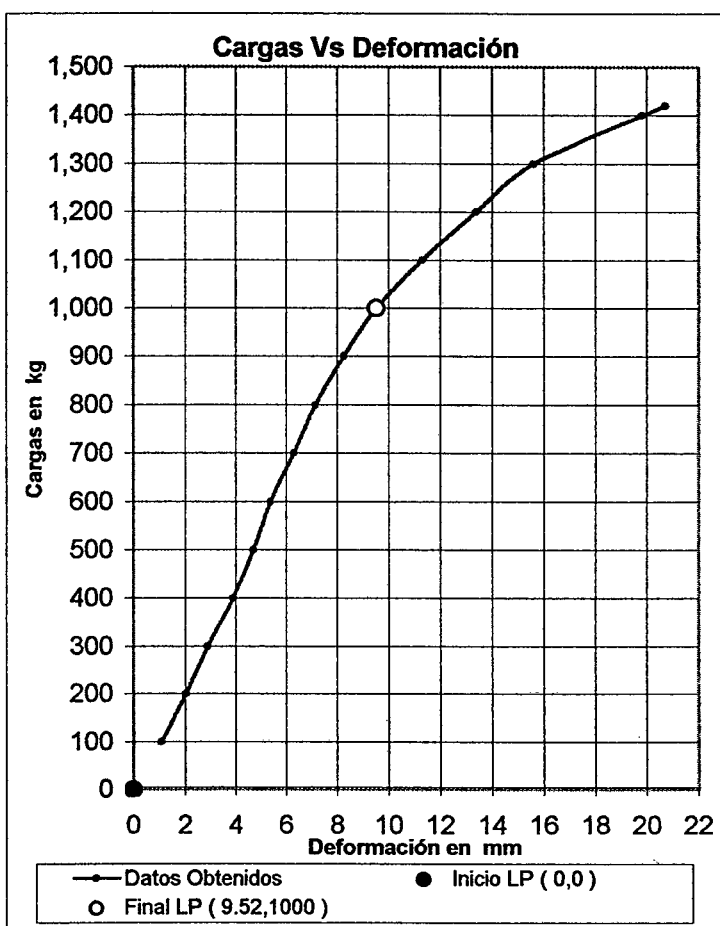
Def. al Lim. Prop. (Y) = 9.52 mm

Mód. de elast. (ME) = 148,673.73 kg/cm²

Carga máxima (P) = 1,420.00 kg

Módulo de Rotura (MOR) = 1,221.90 kg/cm²

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.07
2	200	2.03
3	300	2.88
4	400	3.89
5	500	4.70
6	600	5.37
7	700	6.30
8	800	7.15
9	900	8.26
10	1,000	9.52
11	1,100	11.30
12	1,200	13.36
13	1,300	15.58
14	1,400	19.80
15	1,420	20.70
16		
17		
18		

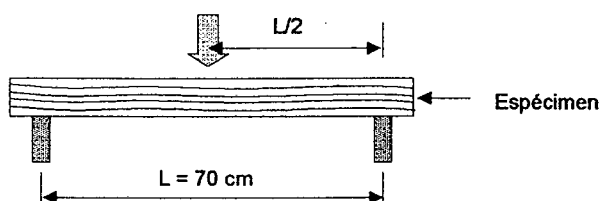


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 35

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

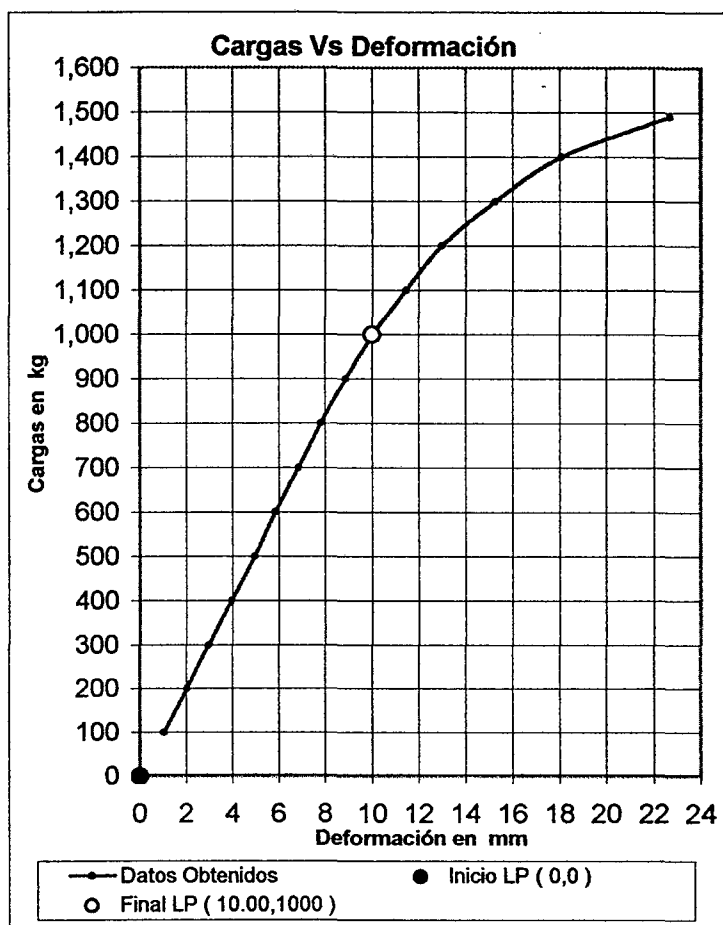
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 09

Ancho (a) = 4.975 cm
Espesor (e) = 4.965 cm
Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm
Cont. de humedad = 52.29 %
Temp. de laborat. = 21.00 °C
Tiempo de ensayo = 9.10 min.
Densidad básica = 0.86 gr/cm3
Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 100.00 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,000.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 856.17 kg/cm2
Def. al Lim. Prop. (Y) = 10.00 mm
Mód. de elast. (ME) = 140,826.14 kg/cm2
Carga máxima (P) = 1,490.00 kg
Módulo de Rotura (MOR) = 1,275.69 kg/cm2

No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.01
2	200	2.02
3	300	2.97
4	400	3.97
5	500	4.95
6	600	5.83
7	700	6.83
8	800	7.80
9	900	8.88
10	1,000	10.03
11	1,100	11.44
12	1,200	12.97
13	1,300	15.27
14	1,400	18.08
15	1,490	22.68
16		
17		
18		

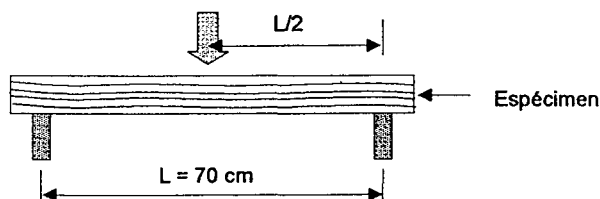


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 36

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

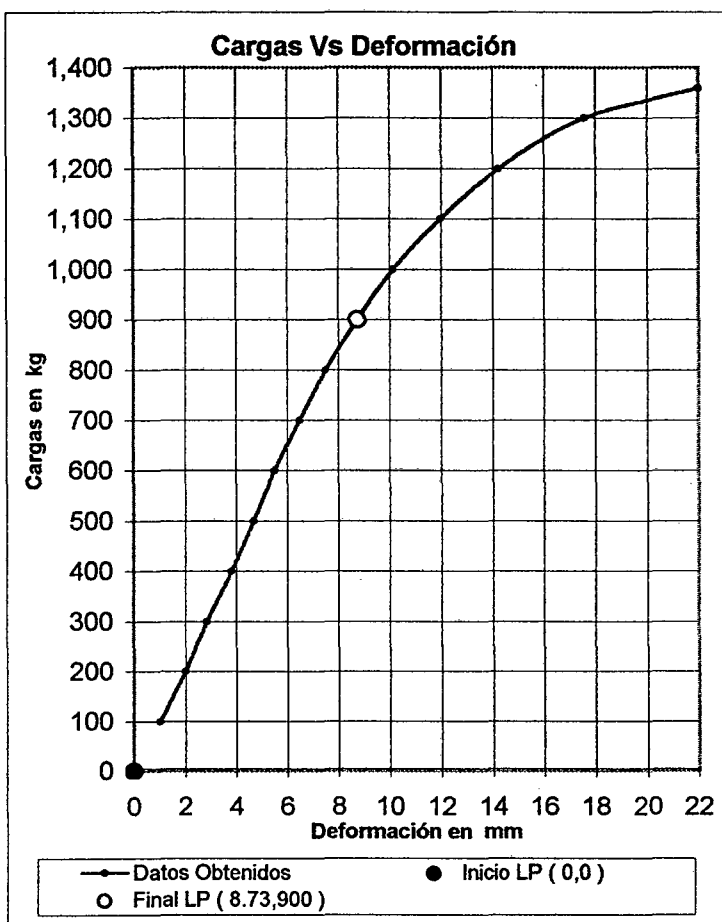
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 10

Ancho (a) = 4.940 cm
 Espesor (e) = 4.995 cm
 Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm
 Cont. de humedad = 50.84 %
 Temp. de laborat. = 21.00 °C
 Tiempo de ensayo = 8.90 min.
 Densidad básica = 0.84 gr/cm³
 Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 103.09 X (en mm)
 Carga al Lim. Prop. (P1) = 900.00 kg
 Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 766.71 kg/cm²
 Def. al Lim. Prop. (Y) = 8.73 mm
 Mód. de elast. (ME) = 143,591.58 kg/cm²
 Carga máxima (P) = 1,360.00 kg
 Módulo de Rotura (MOR) = 1,158.59 kg/cm²

No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.00
2	200	1.98
3	300	2.85
4	400	3.80
5	500	4.68
6	600	5.50
7	700	6.48
8	800	7.50
9	900	8.73
10	1,000	10.12
11	1,100	11.95
12	1,200	14.20
13	1,300	17.58
14	1,360	22.00
15		
16		
17		
18		

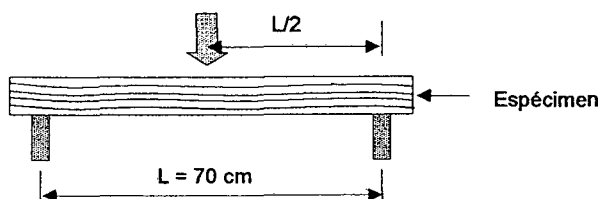


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 37

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

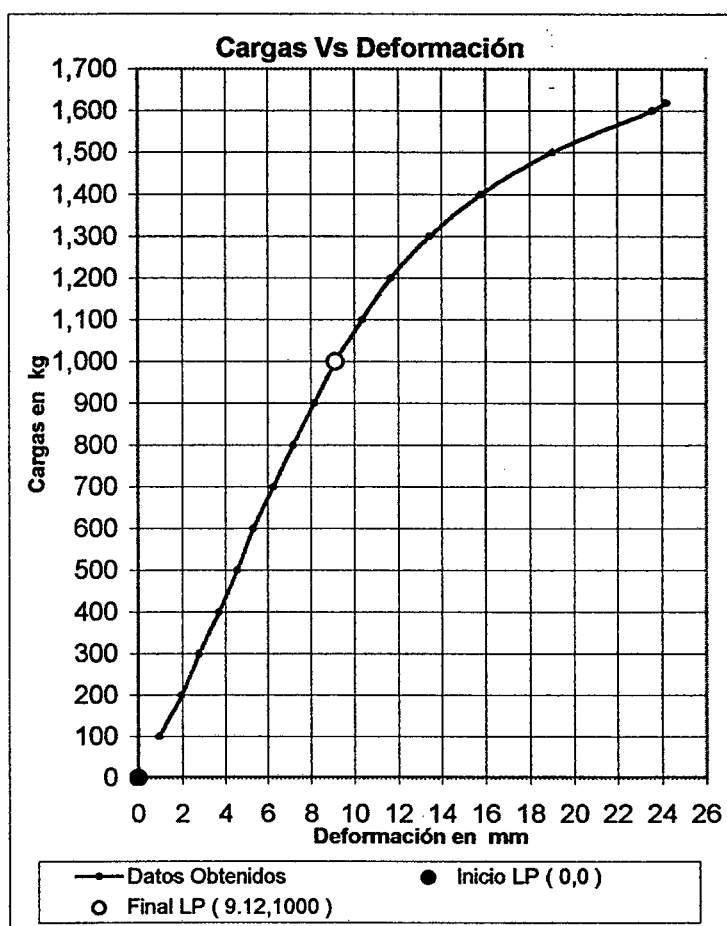
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 11

Ancho (a) = 4.99 cm
Espesor (e) = 5.01 cm
Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm
Cont. de humedad = 43.72 %
Temp. de laborat. = 21.00 °C
Tiempo de ensayo = 9.70 min.
Densidad básica = 0.83 gr/cm3
Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 109.65 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,000.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 839.17 kg/cm2
Def. al Lim. Prop. (Y) = 9.12 mm
Mód. de elast. (ME) = 149,989.53 kg/cm2
Carga máxima (P) = 1,620.00 kg
Módulo de Rotura (MOR) = 1,359.45 kg/cm2

No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	0.95
2	200	1.95
3	300	2.78
4	400	3.70
5	500	4.56
6	600	5.32
7	700	6.25
8	800	7.16
9	900	8.14
10	1,000	9.12
11	1,100	10.35
12	1,200	11.67
13	1,300	13.45
14	1,400	15.80
15	1,500	19.00
16	1,600	23.57
17	1,620	24.20
18		

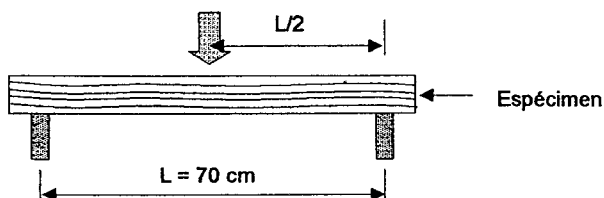


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 38

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

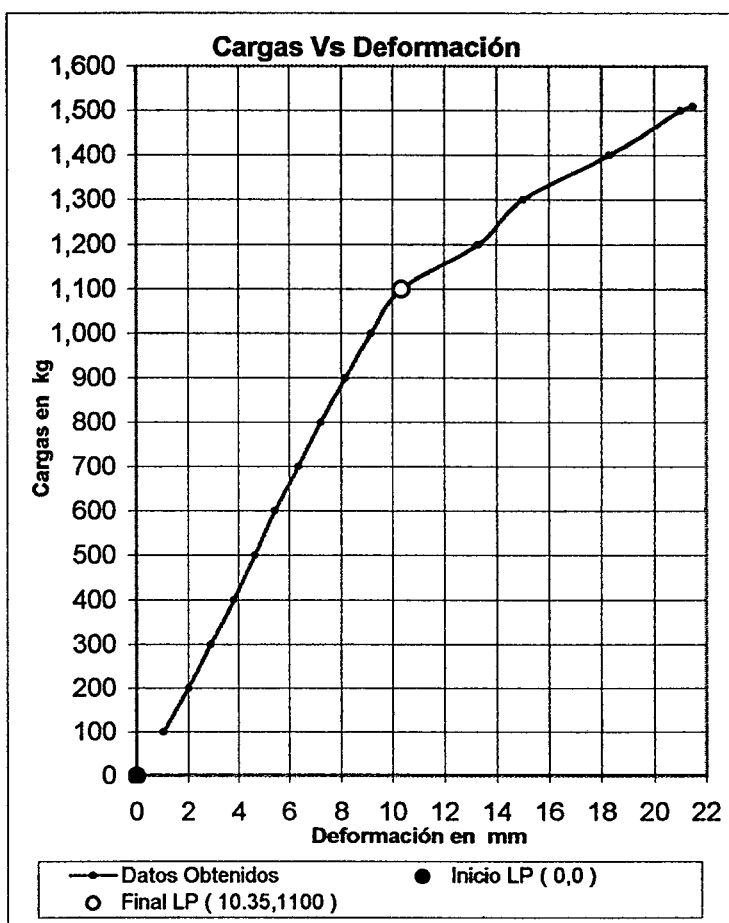
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 12

Ancho (a)	=	5.00 cm
Espesor (e)	=	5.00 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	56.34 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	8.70 min.
Densidad básica	=	0.83 gr/cm3
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	106.28 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,100.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	926.78 kg/cm2
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	10.35 mm
Mód. de elast. (ME)	=	146,401.15 kg/cm2
Carga máxima (P)	=	1,510.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,272.21 kg/cm2

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.03
2	200	2.00
3	300	2.90
4	400	3.80
5	500	4.65
6	600	5.44
7	700	6.37
8	800	7.23
9	900	8.17
10	1,000	9.15
11	1,100	10.35
12	1,200	13.30
13	1,300	15.00
14	1,400	18.30
15	1,500	21.00
16	1,510	21.50
17		
18		

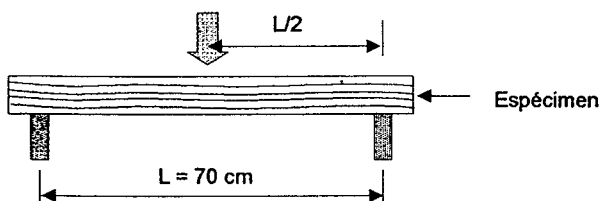


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 13

Ancho (a) = 4.965 cm

Espesor (e) = 4.965 cm

Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm

Cont. de humedad = 54.28 %

Temp. de laborat. = 21.00 °C

Tiempo de ensayo = 7.00 min.

Densidad básica = 0.82 gr/cm³

Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 89.61 X (en mm)

Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,000.00 kg

Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 857.89 kg/cm²

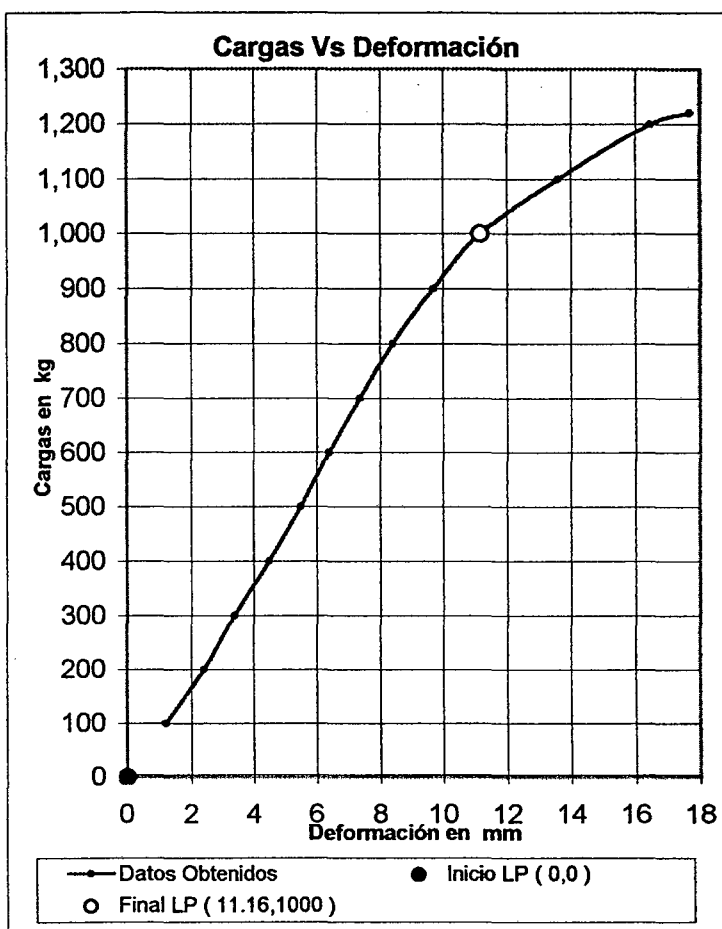
Def. al Lim. Prop. (Y) = 11.16 mm

Mód. de elast. (ME) = 126,442.46 kg/cm²

Carga máxima (P) = 1,220.00 kg

Módulo de Rotura (MOR) = 1,046.63 kg/cm²

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.18
2	200	2.40
3	300	3.37
4	400	4.48
5	500	5.49
6	600	6.39
7	700	7.36
8	800	8.40
9	900	9.68
10	1,000	11.16
11	1,100	13.58
12	1,200	16.44
13	1,220	17.67
14		
15		
16		
17		
18		

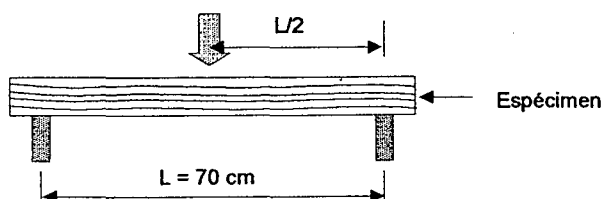


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 40

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

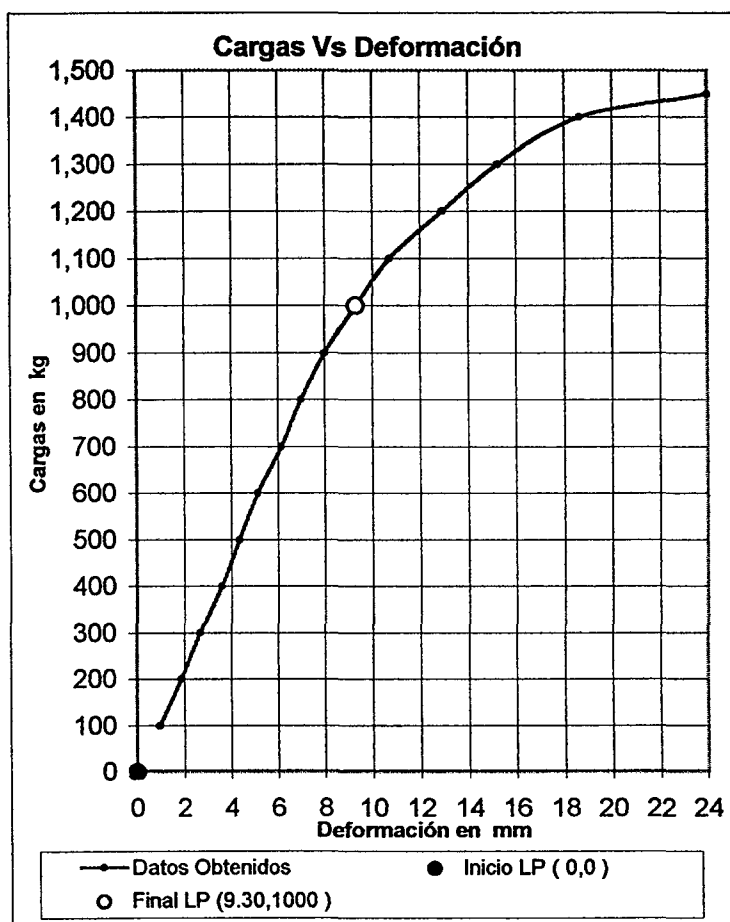
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 14

Ancho (a)	=	4.945 cm
Espesor (e)	=	4.950 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	44.37 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	9.70 min.
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	107.53 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,000.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	866.59 kg/cm ²
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	9.30 mm
Mód. de elast. (ME)	=	153,733.77 kg/cm ²
Carga máxima (P)	=	1,450.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,256.55 kg/cm ²

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	0.94
2	200	1.85
3	300	2.66
4	400	3.58
5	500	4.34
6	600	5.12
7	700	6.14
8	800	6.98
9	900	8.00
10	1,000	9.30
11	1,100	10.70
12	1,200	12.94
13	1,300	15.25
14	1,400	18.66
15	1,450	24.00
16		
17		
18		

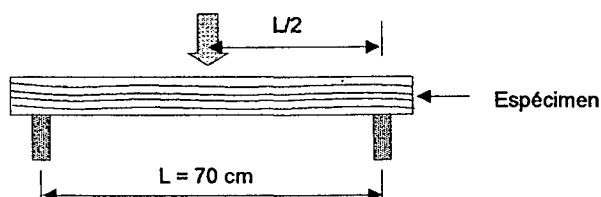


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 41

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 15

Ancho (a) = 4.940 cm

Espesor (e) = 4.985 cm

Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm

Cont. de humedad = 49.54 %

Temp. de laborat. = 21.00 °C

Tiempo de ensayo = 11.60 min.

Densidad básica = 0.85 gr/cm³

Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) y = 96.49 X (en mm)

Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,100.00 kg

Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 940.86 kg/cm²

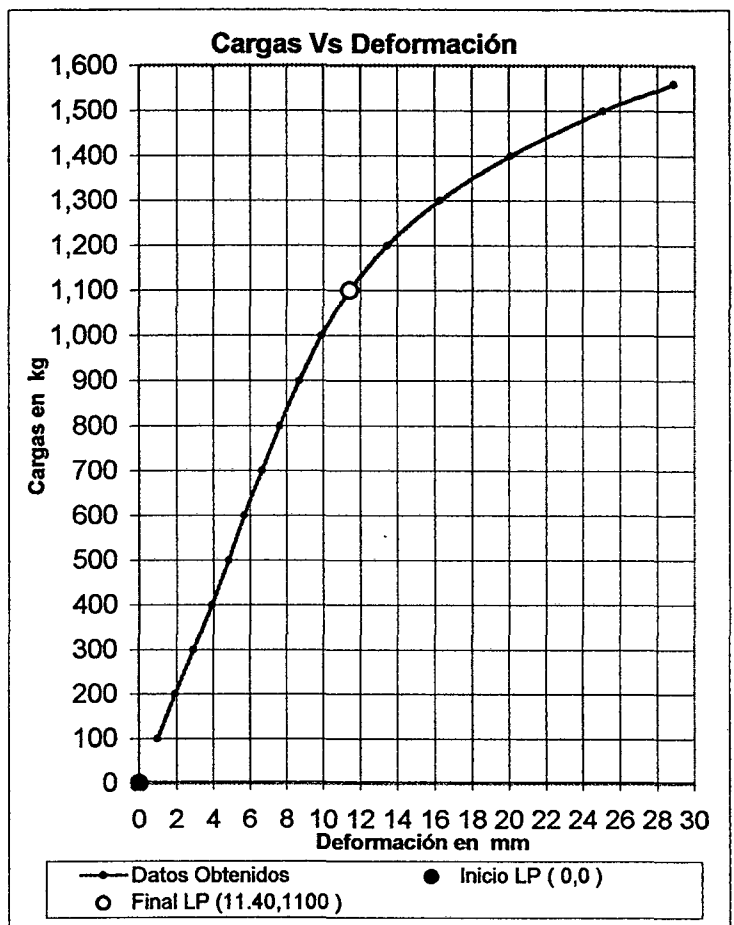
Def. al Lim. Prop. (Y) = 11.40 mm

Mód. de elast. (ME) = 135,207.11 kg/cm²

Carga máxima (P) = 1,560.00 kg

Módulo de Rotura (MOR) = 1,334.31 kg/cm²

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	0.96
2	200	1.90
3	300	2.90
4	400	3.90
5	500	4.85
6	600	5.68
7	700	6.66
8	800	7.63
9	900	8.70
10	1,000	9.90
11	1,100	11.40
12	1,200	13.44
13	1,300	16.28
14	1,400	20.08
15	1,500	25.10
16	1,560	28.90
17		
18		

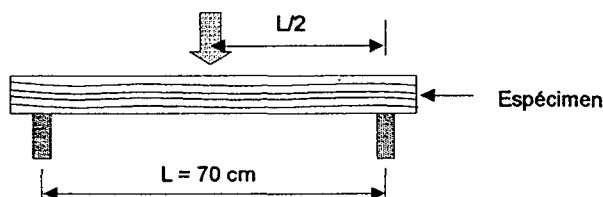


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 42

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

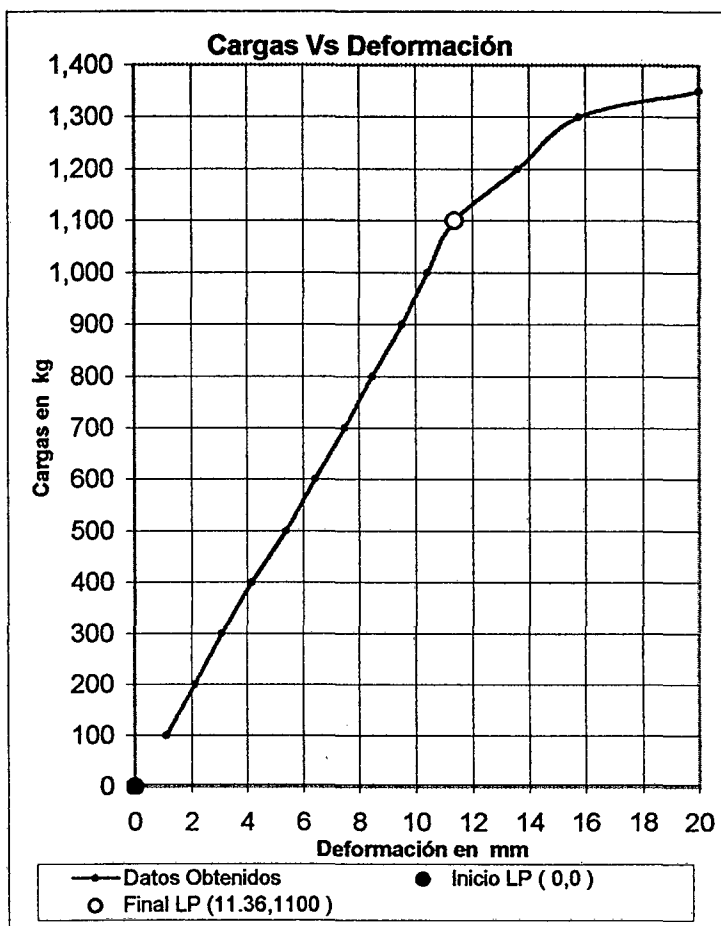
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 16

Ancho (a)	=	4.940 cm
Espesor (e)	=	4.950 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	45.88 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	8.10 min.
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	96.83 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,100.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	954.21 kg/cm ²
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	11.36 mm
Mód. de elast. (ME)	=	138,581.72 kg/cm ²
Carga máxima (P)	=	1,350.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,171.08 kg/cm ²

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.10
2	200	2.12
3	300	3.11
4	400	4.16
5	500	5.37
6	600	6.44
7	700	7.48
8	800	8.46
9	900	9.53
10	1,000	10.42
11	1,100	11.36
12	1,200	13.60
13	1,300	15.77
14	1,350	20.00
15		
16		
17		
18		

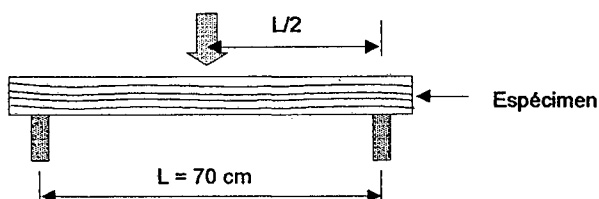


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 43

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA

EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 17

Ancho (a) = 4.930 cm

Espesor (e) = 4.975 cm

Luz libre de prob. (L) = 70.00 cm

Cont. de humedad = 54.91 %

Temp. de laborat. = 21.00 °C

Tiempo de ensayo = 9.80 min.

Densidad básica = 0.82 gr/cm³

Humedad relativa = 77.00 %

Ec. de la recta (kg) $y = 110.00 X$ (en mm)

Carga al Lim. Prop. (P1) = 1,100.00 kg

Esf. al Lim. Prop. (ELP) = 946.56 kg/cm²

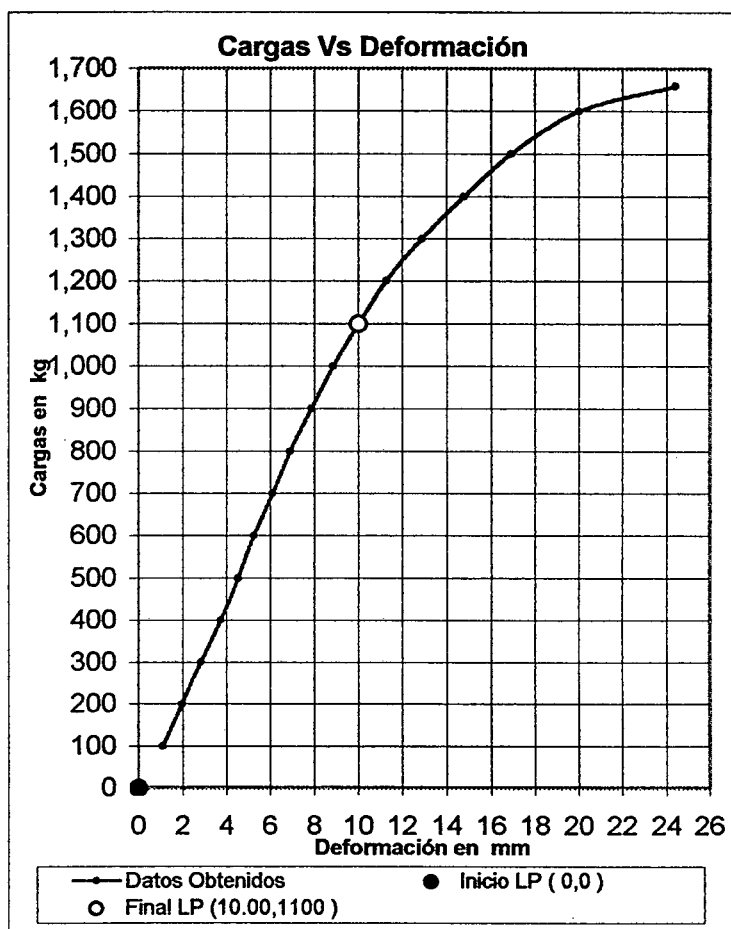
Def. al Lim. Prop. (Y) = 10.00 mm

Mód. de elast. (ME) = 155,381.98 kg/cm²

Carga máxima (P) = 1,660.00 kg

Módulo de Rotura (MOR) = 1,428.45 kg/cm²

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.07
2	200	1.93
3	300	2.80
4	400	3.73
5	500	4.54
6	600	5.25
7	700	6.10
8	800	6.90
9	900	7.87
10	1,000	8.85
11	1,100	10.00
12	1,200	11.25
13	1,300	12.90
14	1,400	14.78
15	1,500	16.90
16	1,600	20.00
17	1,660	24.40
18		

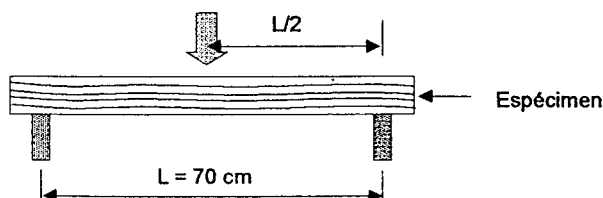


$$ELP = ((3 \times P1 \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3) / (4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X) / (Y))$$



Cuadro N° 44

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

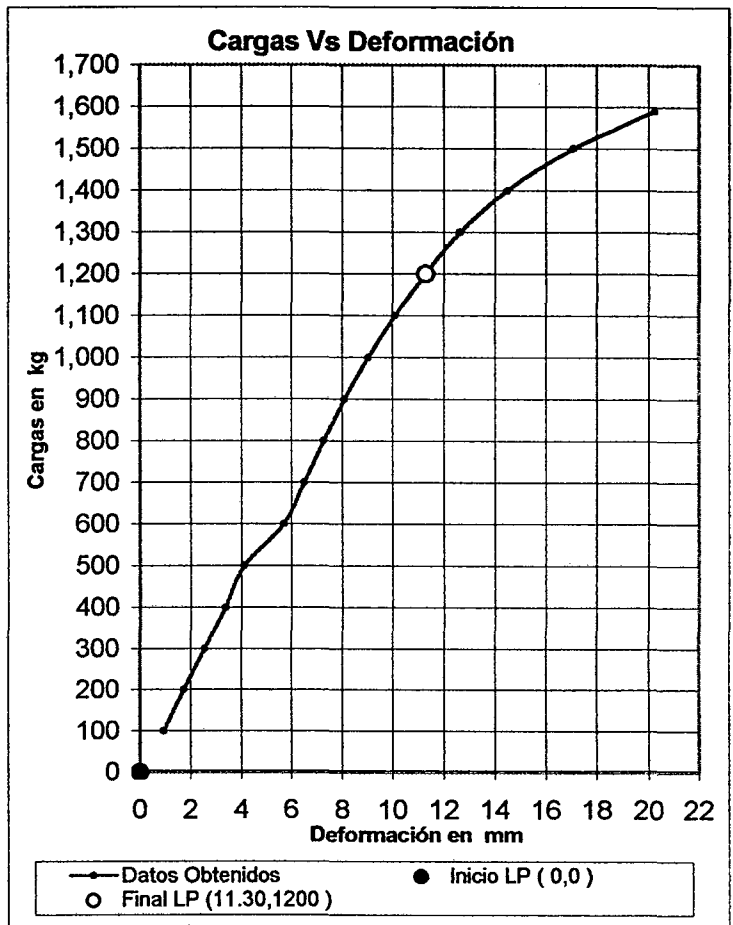
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 18

Ancho (a)	=	5.00 cm
Espesor (e)	=	4.98 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	51.62 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	8.20 min.
Densidad básica	=	0.86 gr/cm3
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	106.19 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,200.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	1,019.18 kg/cm2
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	11.30 mm
Mód. de elast. (ME)	=	148,054.69 kg/cm2
Carga máxima (P)	=	1,590.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,350.41 kg/cm2

No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	0.93
2	200	1.72
3	300	2.55
4	400	3.37
5	500	4.10
6	600	5.70
7	700	6.50
8	800	7.28
9	900	8.10
10	1,000	9.03
11	1,100	10.10
12	1,200	11.30
13	1,300	12.63
14	1,400	14.48
15	1,500	17.07
16	1,590	20.25
17		
18		

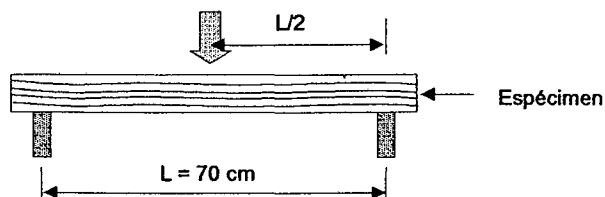


$$ELP = ((3 \times P1 \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3) / (4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L) / (2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X) / (Y))$$



Cuadro N° 45

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA EN ESTADO VERDE

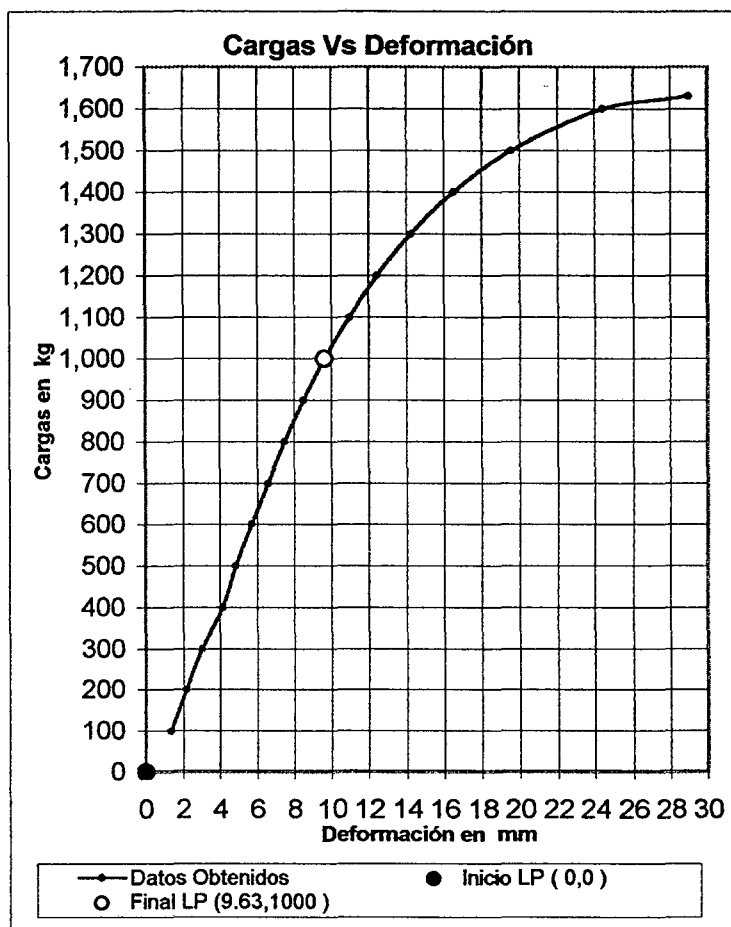
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 19

Ancho (a)	=	4.980 cm
Espesor (e)	=	4.985 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	49.69 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	11.70 min.
Densidad básica	=	0.84 gr/cm3
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	103.84 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,000.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	848.46 kg/cm2
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	9.63 mm
Mód. de elast. (ME)	=	144,338.77 kg/cm2
Carga máxima (P)	=	1,630.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,382.98 kg/cm2

No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	100	1.34
2	200	2.16
3	300	3.02
4	400	4.15
5	500	4.84
6	600	5.68
7	700	6.58
8	800	7.47
9	900	8.49
10	1,000	9.63
11	1,100	10.96
12	1,200	12.42
13	1,300	14.23
14	1,400	16.53
15	1,500	19.53
16	1,600	24.44
17	1,630	28.99
18		

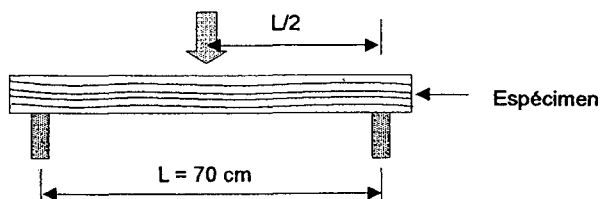


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 46

ENSAYO A LA FLEXIÓN ESTÁTICA

EN ESTADO VERDE

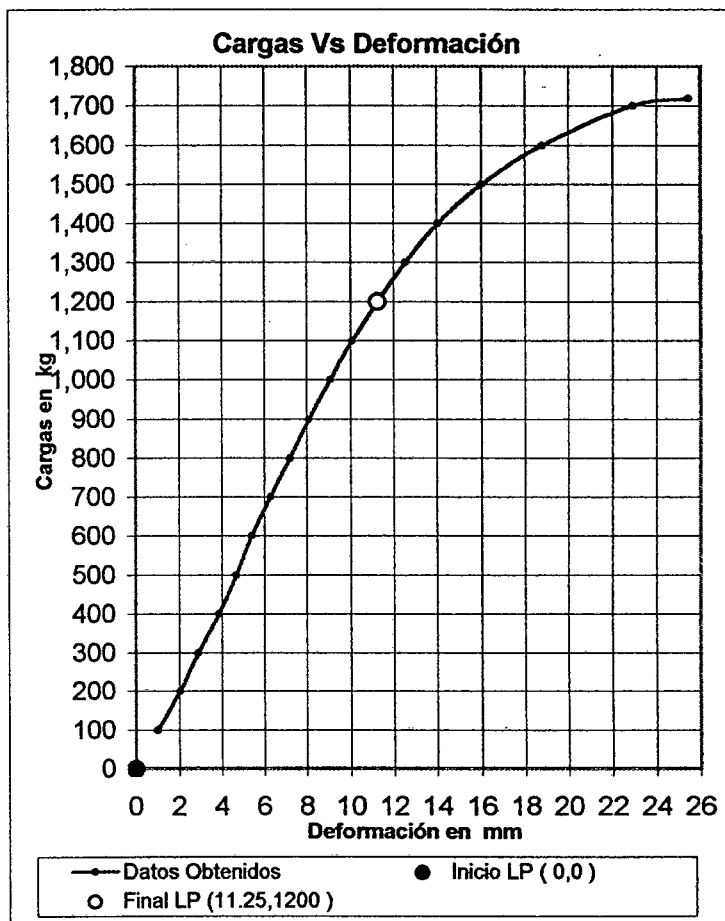
NORMA ITINTEC 251. 017

Probeta N° 20

Ancho (a)	=	5.015 cm
Espesor (e)	=	5.015 cm
Luz libre de prob. (L)	=	70.00 cm
Cont. de humedad	=	58.21 %
Temp. de laborat.	=	21.00 °C
Tiempo de ensayo	=	10.30 min.
Densidad básica	=	0.84 gr/cm3
Humedad relativa	=	77.00 %

Ec. de la recta (kg)	y =	106.67 X (en mm)
Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,200.00 kg
Esf. al Lim. Prop. (ELP)	=	998.98 kg/cm2
Def. al Lim. Prop. (Y)	=	11.25 mm
Mód. de elast. (ME)	=	144,603.60 kg/cm2
Carga máxima (P)	=	1,720.00 kg
Módulo de Rotura (MOR)	=	1,431.87 kg/cm2

No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	100	1.00
2	200	2.03
3	300	2.90
4	400	3.85
5	500	4.66
6	600	5.40
7	700	6.28
8	800	7.20
9	900	8.10
10	1,000	9.08
11	1,100	10.08
12	1,200	11.25
13	1,300	12.56
14	1,400	14.03
15	1,500	16.00
16	1,600	18.78
17	1,700	22.90
18	1,720	25.45

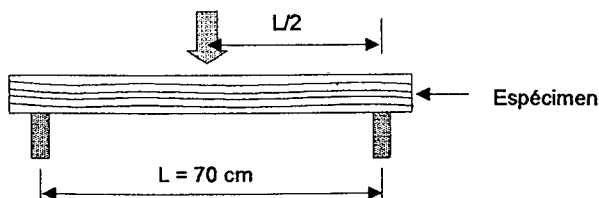


$$ELP = ((3 \times P1 \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$ME = ((P1 \times L^3)/(4 \times a \times e^3 \times Y))$$

$$MOR = ((3 \times P \times L)/(2 \times a \times e^2))$$

$$y = ((P1 \times X)/(Y))$$



Cuadro N° 47

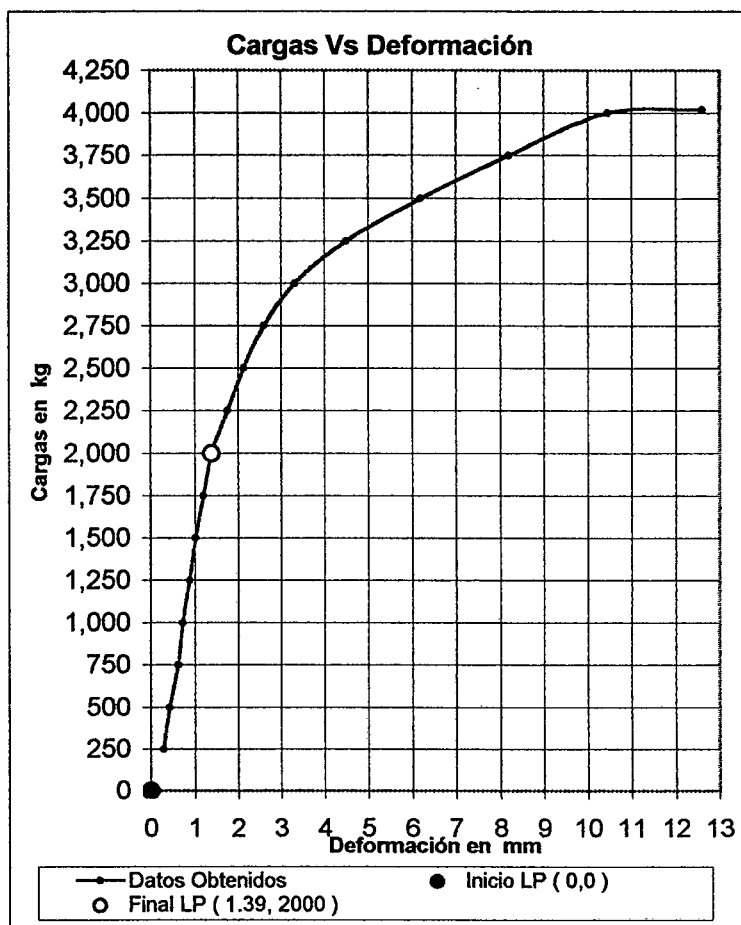
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 01

Area Trans. (A)	=	24.626 cm ²	Ancho (cm)	=	4.935	Espesor (cm) =	4.990
Longitud (L)	=	14.900 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,438.85 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	50.74 %	Carga de rotura (P)	=		4,020.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,000.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	40.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.39 mm	
Densidad básica	=	0.85 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		81.21 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		163.24 kg/cm ²	

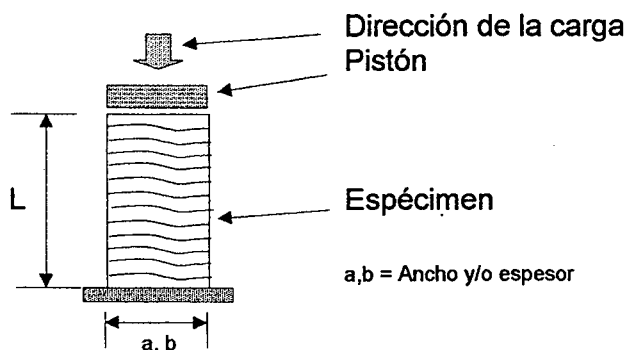
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.280
2	500	0.420
3	750	0.620
4	1,000	0.720
5	1,250	0.880
6	1,500	1.020
7	1,750	1.195
8	2,000	1.390
9	2,250	1.760
10	2,500	2.130
11	2,750	2.600
12	3,000	3.300
13	3,250	4.500
14	3,500	6.200
15	3,750	8.200
16	4,000	10.450
17	4,020	12.600
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



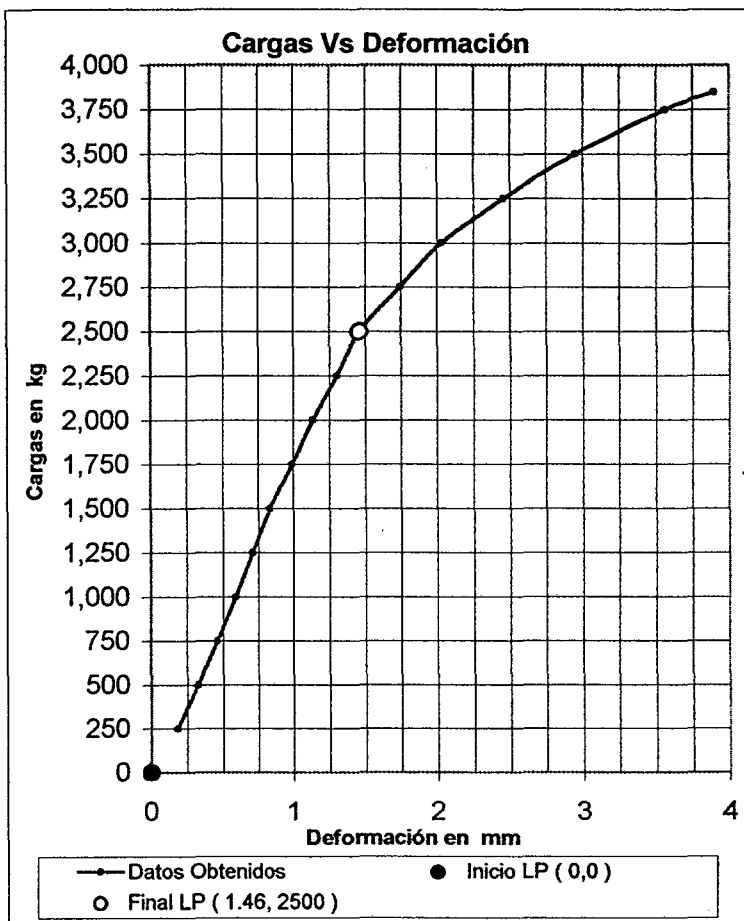
Cuadro N° 48
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA
EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 02

Area Trans. (A)	=	24.157 cm ²	Ancho (cm)	=	4.935	Espesor (cm) =	4.895
Longitud (L)	=	14.865 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	1,712.33 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	47.20 %	Carga de rotura (P)	=	3,850.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	2,500.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	12.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.46 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=	103.49 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	159.37 kg/cm ²		

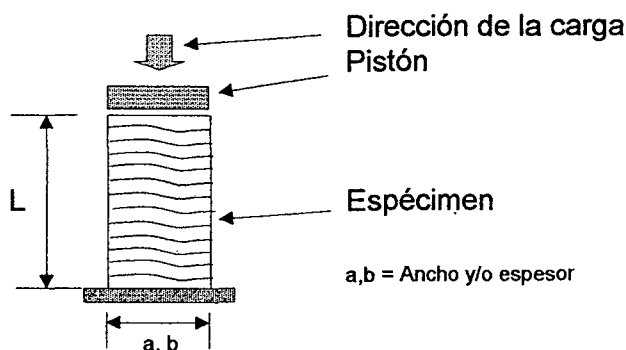
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm.
1	250	0.180
2	500	0.320
3	750	0.460
4	1,000	0.590
5	1,250	0.710
6	1,500	0.835
7	1,750	0.990
8	2,000	1.135
9	2,250	1.300
10	2,500	1.460
11	2,750	1.740
12	3,000	2.030
13	3,250	2.450
14	3,500	2.950
15	3,750	3.560
16	3,850	3.900
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 49

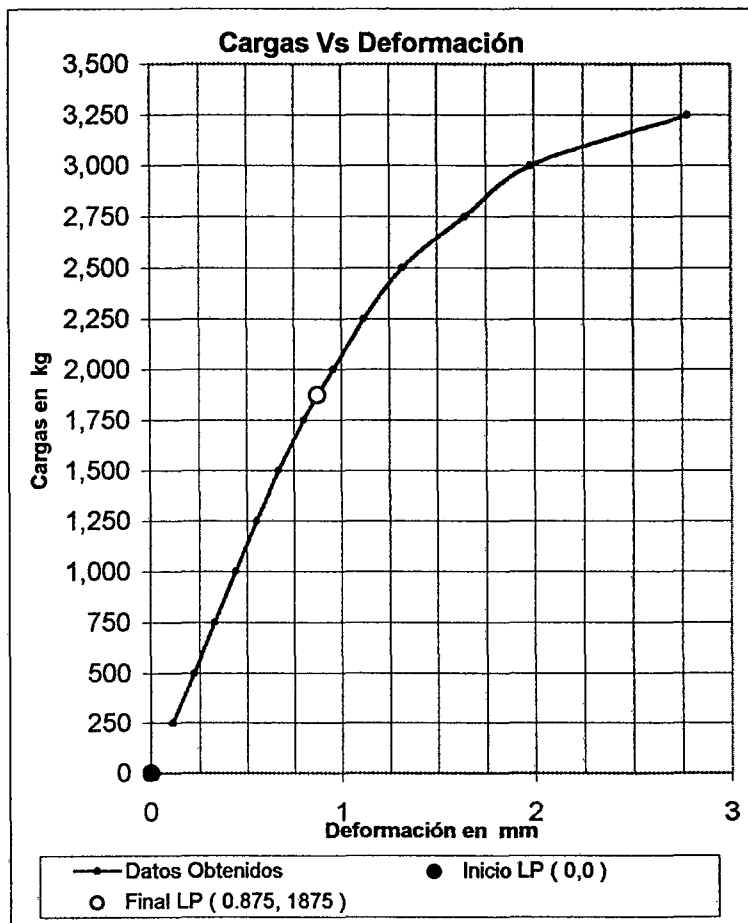
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 03

Area Trans. (A)	=	24.477 cm ²	Ancho (cm)	=	4.980	Espesor (cm) =	4.915
Longitud (L)	=	14.900 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	2,142.86 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.35 %	Carga de rotura (P)	=	3,250.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,875.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	10.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	0.875 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=	76.60 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	132.78 kg/cm ²		

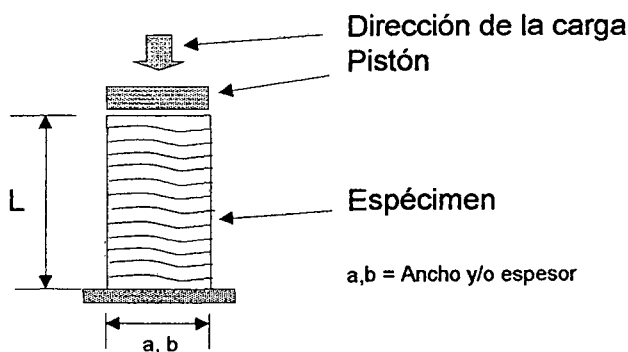
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.110
2	500	0.220
3	750	0.330
4	1,000	0.440
5	1,250	0.550
6	1,500	0.670
7	1,750	0.800
8	2,000	0.960
9	2,250	1.120
10	2,500	1.320
11	2,750	1.640
12	3,000	1.980
13	3,250	2.780
14		
15		
16		
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 50

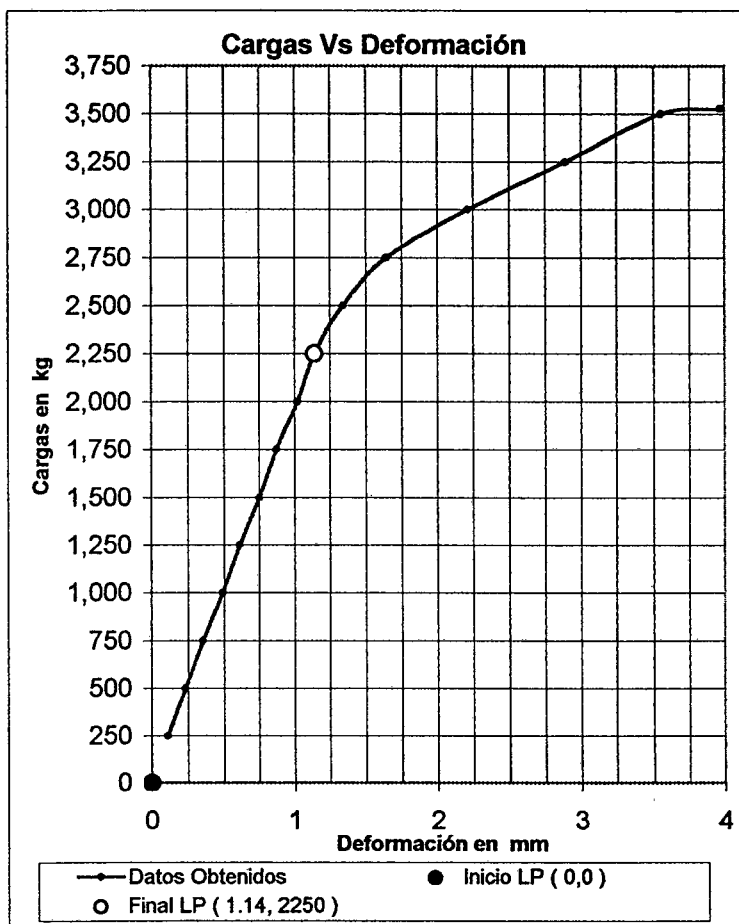
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 04

Area Trans. (A)	=	23.717 cm ²	Ancho (cm)	=	4.875	Espesor (cm)	=	4.865
Longitud (L)	=	14.815 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,973.68 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	52.10 %	Carga de rotura (P)	=		3,530.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,250.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	14.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.14 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		94.87 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		148.84 kg/cm ²		

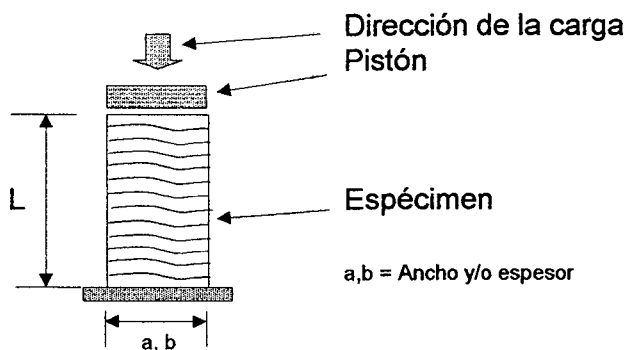
No Leet	Carga (kg)	Deform mm
1	250	0.110
2	500	0.230
3	750	0.350
4	1,000	0.490
5	1,250	0.610
6	1,500	0.750
7	1,750	0.870
8	2,000	1.020
9	2,250	1.140
10	2,500	1.340
11	2,750	1.640
12	3,000	2.210
13	3,250	2.890
14	3,500	3.550
15	3,530	3.970
16		
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 51

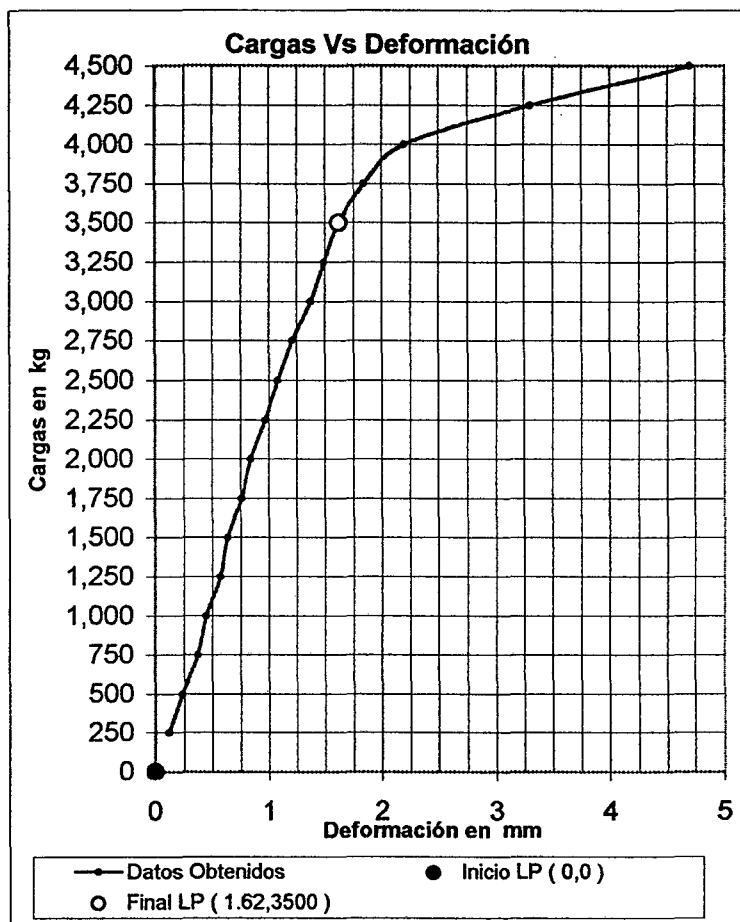
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 05

Area Trans. (A)	=	24.675 cm ²	Ancho (cm)	=	4.940	Espesor (cm) =	4.995
Longitud (L)	=	14.875 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	2,160.49 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	48.50 %	Carga de rotura (P)	=	4,500.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	3,500.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	16.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.62 mm		
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=	141.84 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	182.37 kg/cm ²		

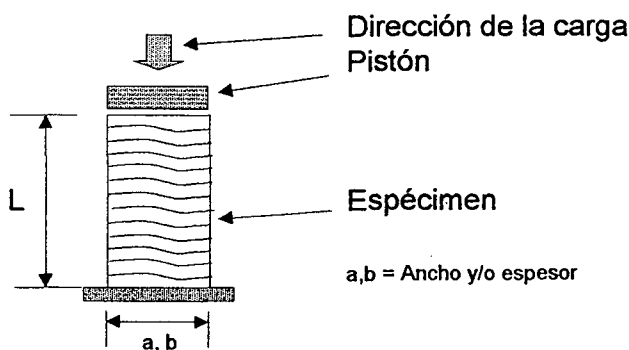
No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	250	0.120
2	500	0.235
3	750	0.370
4	1,000	0.440
5	1,250	0.570
6	1,500	0.630
7	1,750	0.760
8	2,000	0.840
9	2,250	0.970
10	2,500	1.080
11	2,750	1.210
12	3,000	1.370
13	3,250	1.490
14	3,500	1.620
15	3,750	1.840
16	4,000	2.200
17	4,250	3.300
18	4,500	4.700



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



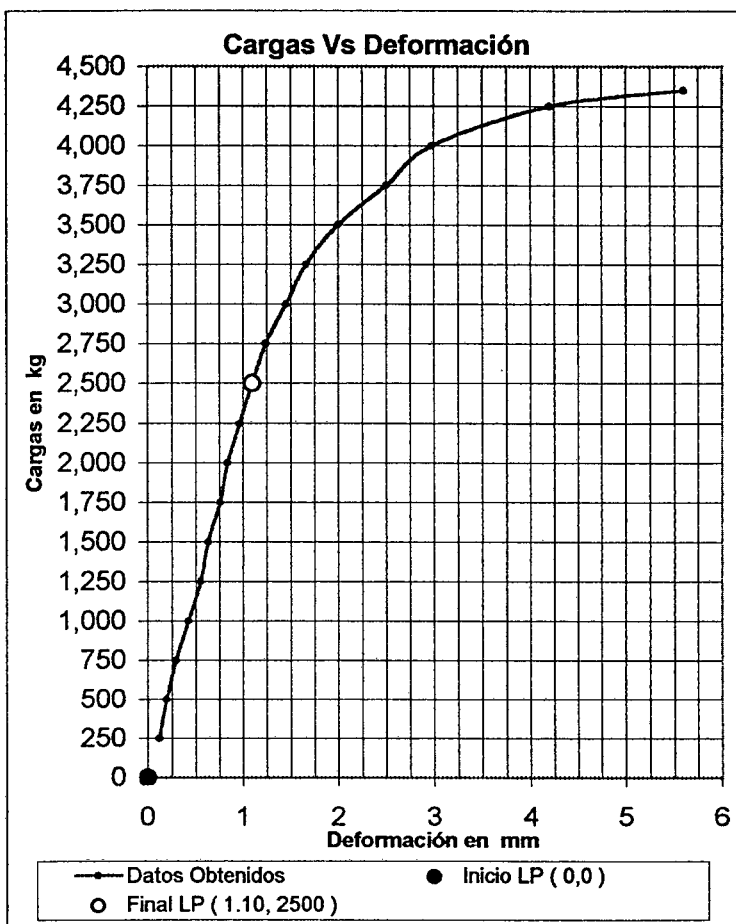
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 06

Area Trans. (A)	=	23.691 cm ²	Ancho (cm)	=	4.905	Espesor (cm) =	4.830
Longitud (L)	=	14.870 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		2,272.73 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	48.65 %	Carga de rotura (P)	=		4,350.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,500.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	19.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.10 mm	
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		105.53 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		183.61 kg/cm ²	

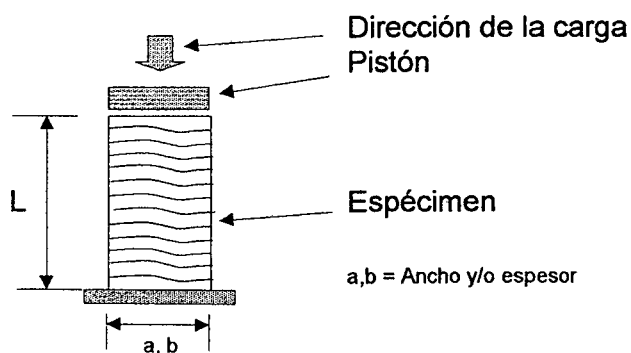
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.120
2	500	0.190
3	750	0.290
4	1,000	0.420
5	1,250	0.550
6	1,500	0.630
7	1,750	0.760
8	2,000	0.840
9	2,250	0.970
10	2,500	1.100
11	2,750	1.240
12	3,000	1.450
13	3,250	1.660
14	3,500	1.990
15	3,750	2.500
16	4,000	2.980
17	4,250	4.200
18	4,350	5.600



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



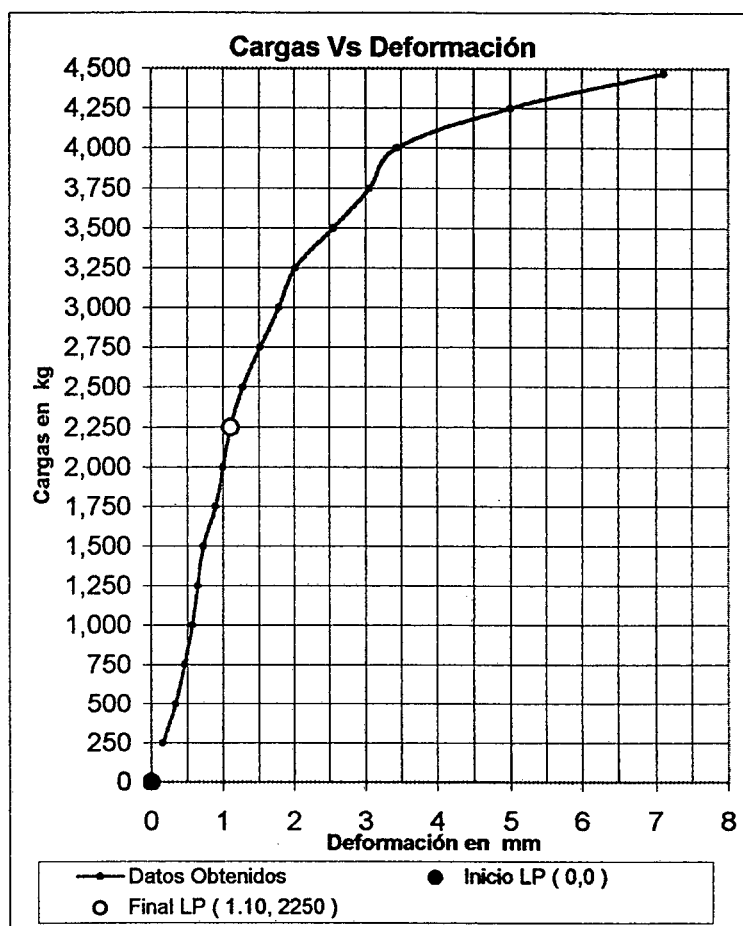
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 07

Area Trans. (A)	=	24.550 cm ²	Ancho (cm)	=	4.915	Espesor (cm) =	4.995
Longitud (L)	=	14.960 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		2,045.45 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	49.75 %	Carga de rotura (P)	=		4,470.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,250.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	24.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.10 mm	
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Esfoz al Lim. Prop. (ELP)	=		91.65 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		182.08 kg/cm ²	

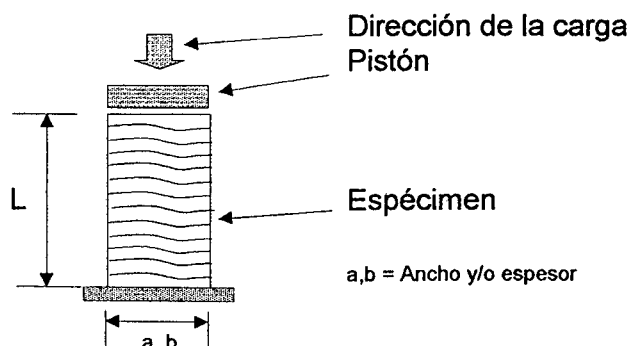
No. Lect.	Carga (kg.)	Deform. mm
1	250	0.160
2	500	0.330
3	750	0.460
4	1,000	0.570
5	1,250	0.640
6	1,500	0.720
7	1,750	0.890
8	2,000	1.000
9	2,250	1.100
10	2,500	1.280
11	2,750	1.520
12	3,000	1.780
13	3,250	2.020
14	3,500	2.550
15	3,750	3.050
16	4,000	3.440
17	4,250	5.000
18	4,470	7.110



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 54

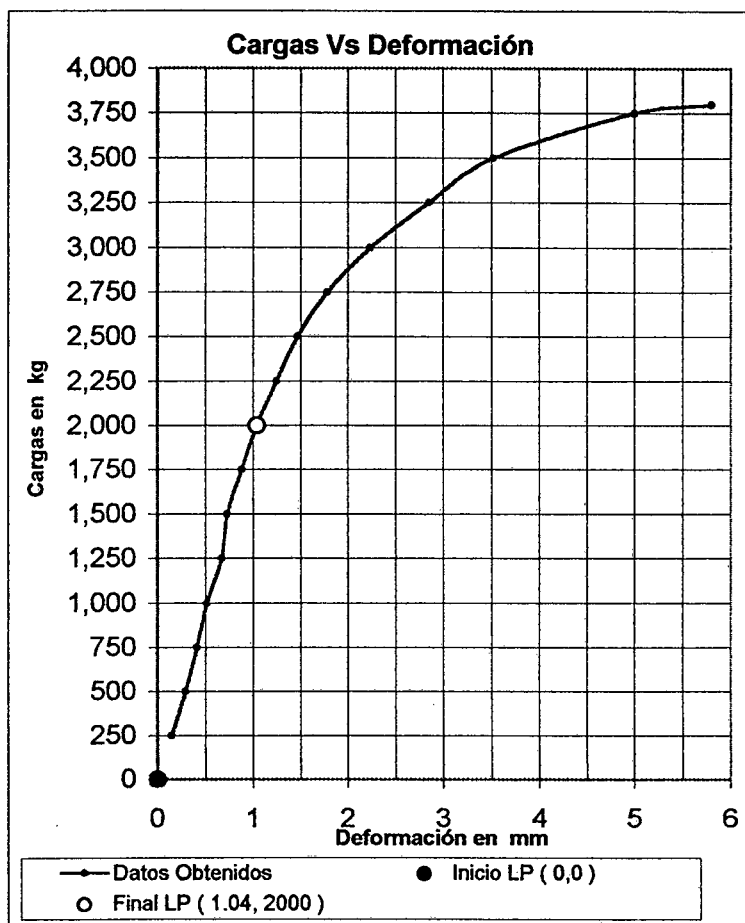
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 08

Area Trans. (A)	=	24.551 cm ²	Ancho (cm)	=	4.985	Espesor (cm) =	4.925
Longitud (L)	=	14.900 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,923.08 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	50.25 %	Carga de rotura (P)	=		3,800.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,000.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	20.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.04 mm	
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		81.46 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		154.78 kg/cm ²	

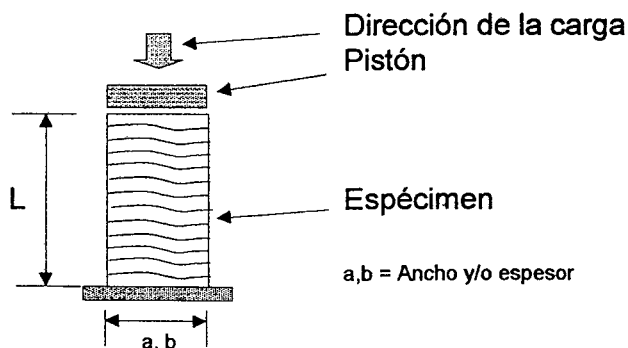
No Lec.	Carga (kg.)	Deform. mm.
1	250	0.150
2	500	0.290
3	750	0.410
4	1,000	0.510
5	1,250	0.670
6	1,500	0.730
7	1,750	0.880
8	2,000	1.040
9	2,250	1.245
10	2,500	1.470
11	2,750	1.780
12	3,000	2.230
13	3,250	2.850
14	3,500	3.520
15	3,750	5.000
16	3,800	5.800
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 55

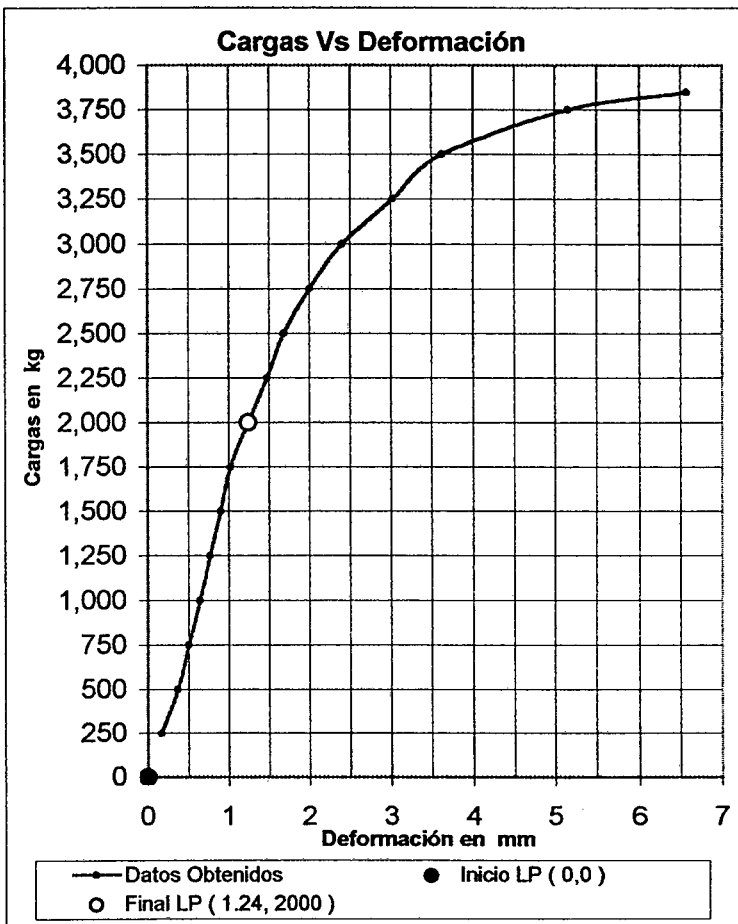
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 09

Area Trans. (A)	=	24.452 cm ²	Ancho (cm)	=	4.920	Espesor (cm)	=	4.970
Longitud (L)	=	14.900 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,612.90 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	51.15 %	Carga de rotura (P)	=		3,850.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,000.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	22.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.24 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		81.79 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		157.45 kg/cm ²		

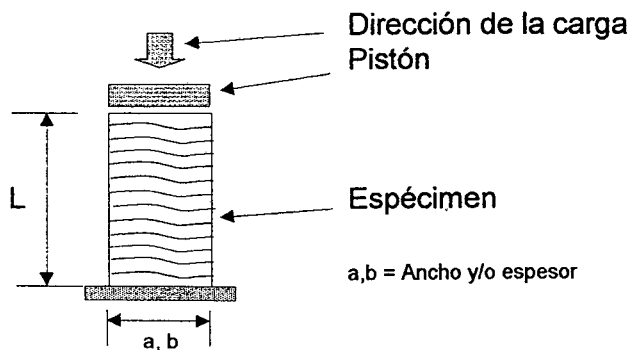
No. Lec.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.170
2	500	0.370
3	750	0.500
4	1,000	0.640
5	1,250	0.770
6	1,500	0.900
7	1,750	1.020
8	2,000	1.240
9	2,250	1.475
10	2,500	1.680
11	2,750	2.000
12	3,000	2.400
13	3,250	3.020
14	3,500	3.630
15	3,750	5.160
16	3,850	6.570
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 56

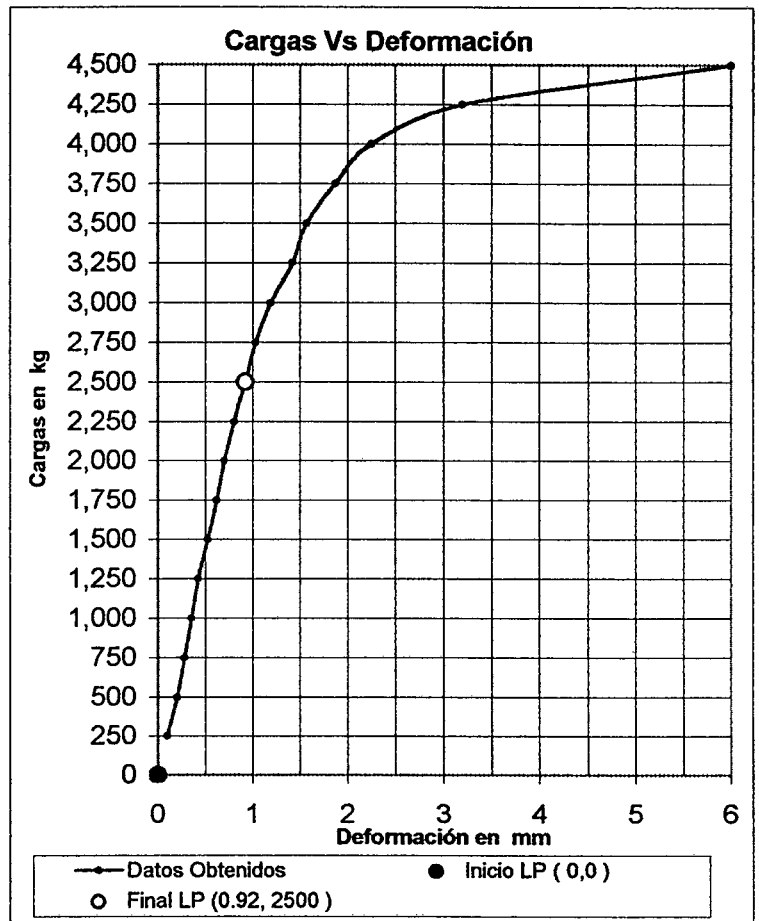
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 10

Area Trans. (A)	=	24.353 cm2	Ancho (cm)	=	4.970	Espesor (cm) =	4.900
Longitud (L)	=	14.915 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		2,717.39 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	49.56 %	Carga de rotura (P)	=		4,500.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,500.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	20.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		0.92 mm	
Densidad básica	=	0.83 gr/cm3	Esfo al Lim. Prop. (ELP)	=		102.66 kg/cm2	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		184.78 kg/cm2	

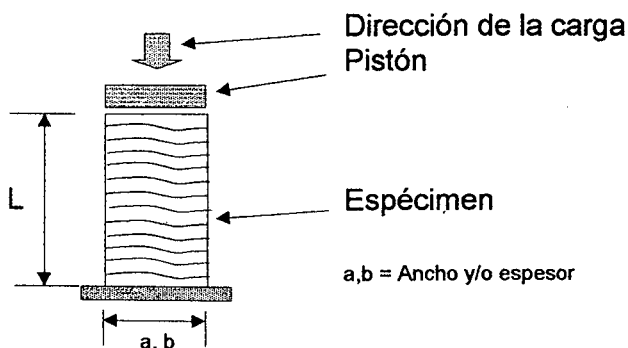
No Lect.	Carga (kg.)	Deform. mm
1	250	0.095
2	500	0.200
3	750	0.275
4	1,000	0.350
5	1,250	0.420
6	1,500	0.520
7	1,750	0.620
8	2,000	0.700
9	2,250	0.800
10	2,500	0.920
11	2,750	1.030
12	3,000	1.190
13	3,250	1.420
14	3,500	1.570
15	3,750	1.870
16	4,000	2.250
17	4,250	3.200
18	4,500	6.000



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 57

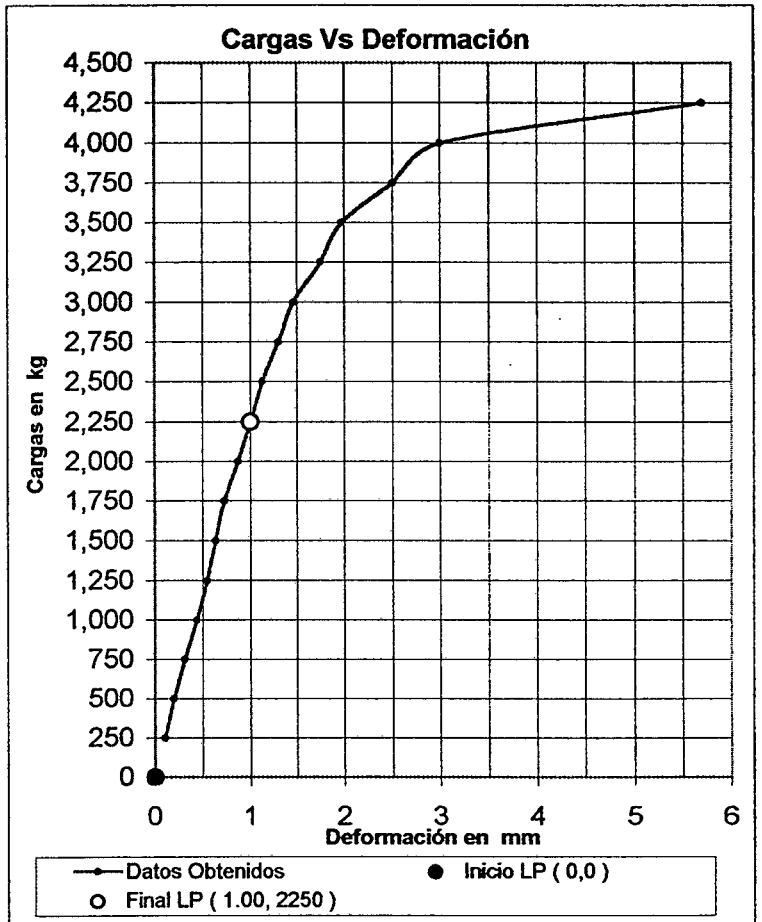
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 11

Area Trans. (A)	=	24.278 cm ²	Ancho (cm)	=	4.975	Espesor (cm)	=	4.880
Longitud (L)	=	14.900 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		2,250.00 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	51.25 %	Carga de rotura (P)	=		4,250.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,250.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	19.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.00 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		92.68 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		175.06 kg/cm ²		

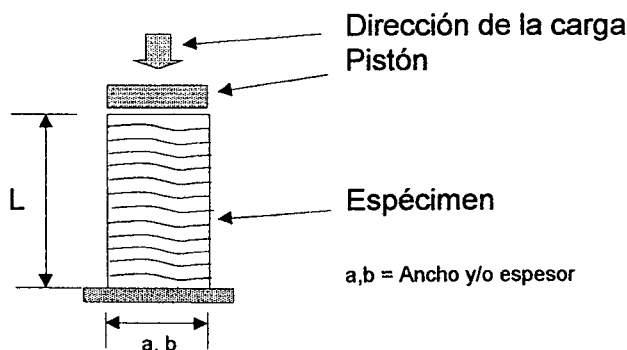
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.110
2	500	0.200
3	750	0.315
4	1,000	0.440
5	1,250	0.545
6	1,500	0.640
7	1,750	0.730
8	2,000	0.870
9	2,250	1.000
10	2,500	1.130
11	2,750	1.300
12	3,000	1.460
13	3,250	1.750
14	3,500	1.970
15	3,750	2.500
16	4,000	3.000
17	4,250	5.700
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 58

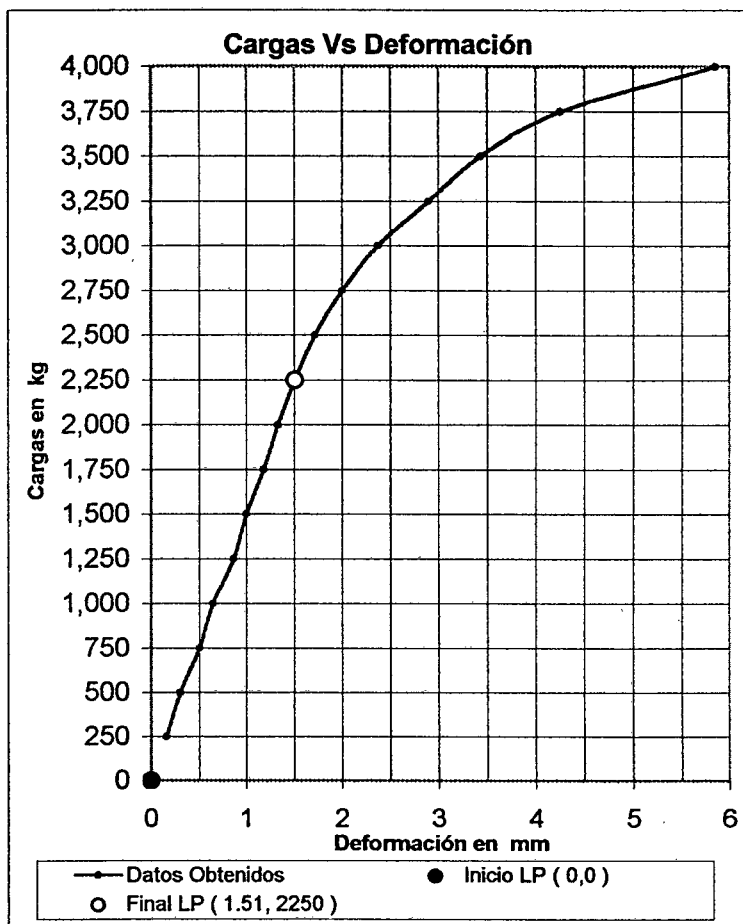
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 12

Area Trans. (A)	=	24.378 cm ²	Ancho (cm)	=	4.975	Espesor (cm) =	4.900
Longitud (L)	=	14.865 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,490.07 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	48.60 %	Carga de rotura (P)	=		4,000.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,250.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	20.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.51 mm	
Densidad básica	=	0.85 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		92.30 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		164.08 kg/cm ²	

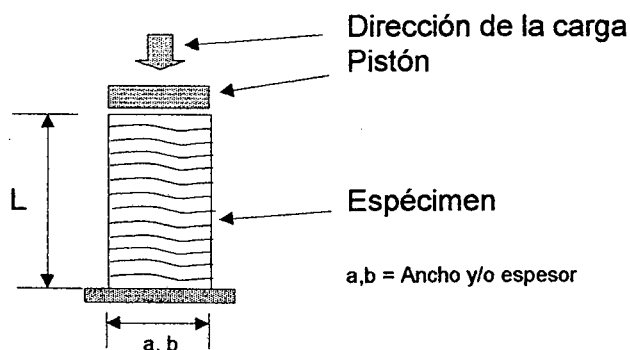
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm.
1	250	0.16
2	500	0.30
3	750	0.50
4	1,000	0.64
5	1,250	0.86
6	1,500	1.00
7	1,750	1.18
8	2,000	1.33
9	2,250	1.51
10	2,500	1.72
11	2,750	2.00
12	3,000	2.37
13	3,250	2.90
14	3,500	3.43
15	3,750	4.25
16	4,000	5.85
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 59

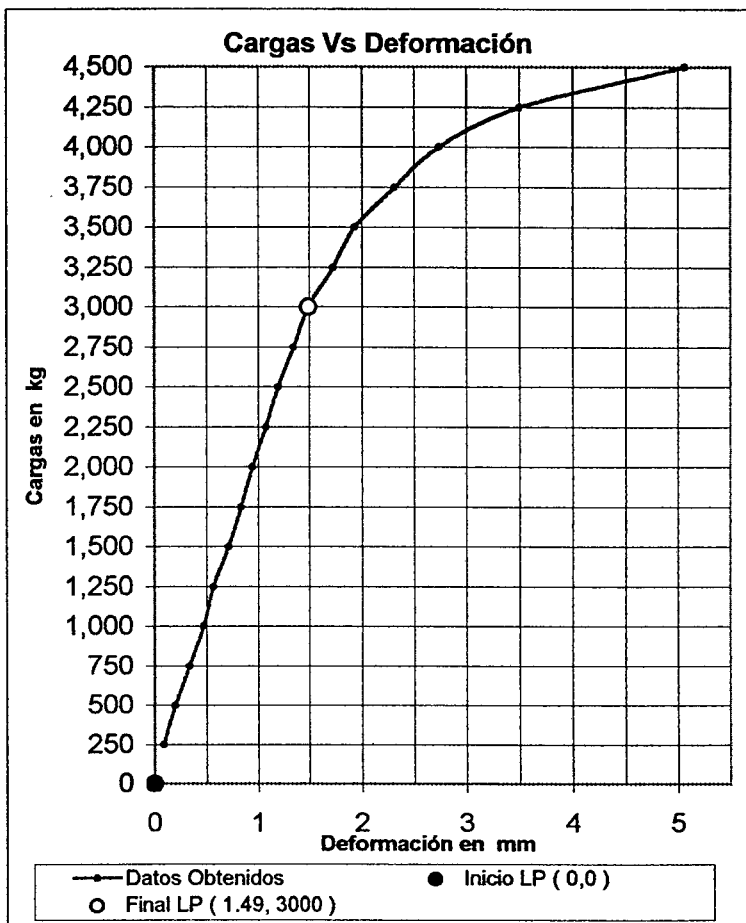
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 13

Area Trans. (A)	=	24.080 cm ²	Ancho (cm)	=	4.965	Espesor (cm) =	4.850
Longitud (L)	=	14.915 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	2,013.42 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	48.65 %	Carga de rotura (P)	=	4,500.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	3,000.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	17.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.49 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=	124.58 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	186.88 kg/cm ²		

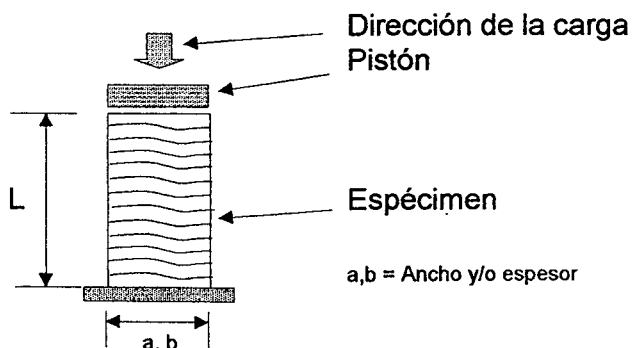
No Leg.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.090
2	500	0.200
3	750	0.335
4	1,000	0.470
5	1,250	0.565
6	1,500	0.710
7	1,750	0.830
8	2,000	0.940
9	2,250	1.070
10	2,500	1.190
11	2,750	1.340
12	3,000	1.490
13	3,250	1.730
14	3,500	1.930
15	3,750	2.315
16	4,000	2.740
17	4,250	3.500
18	4,500	5.060



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 60

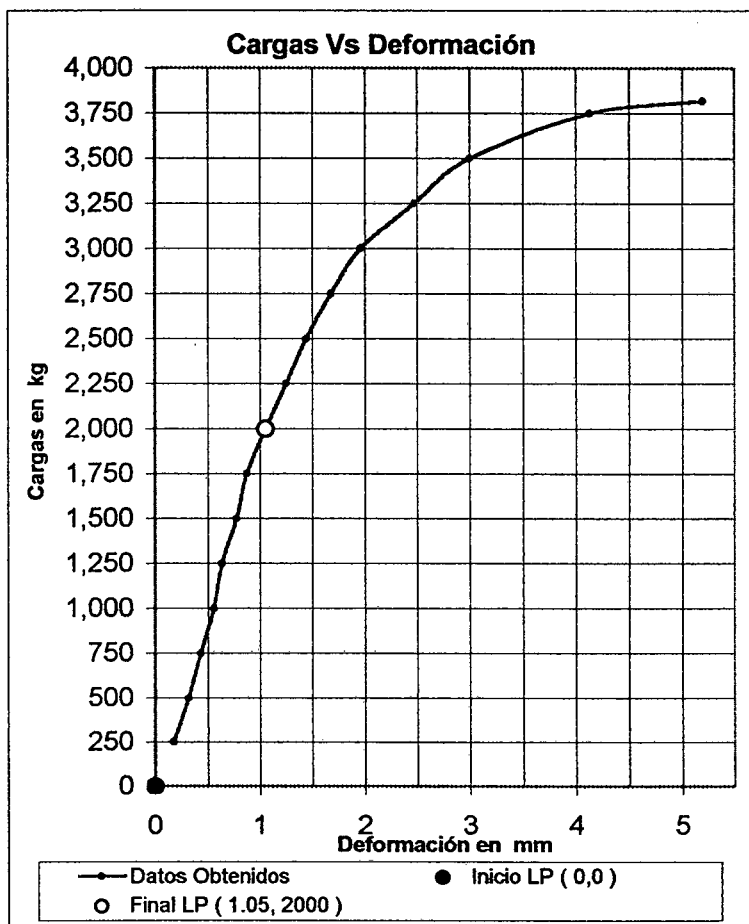
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 14

Area Trans. (A)	=	24.254 cm ²	Ancho (cm)	=	4.965	Espesor (cm) =	4.885
Longitud (L)	=	14.830 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,904.76 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	49.85 %	Carga de rotura (P)	=		3,820.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,000.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	17.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.05 mm	
Densidad básica	=	0.85 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		82.46 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		157.50 kg/cm ²	

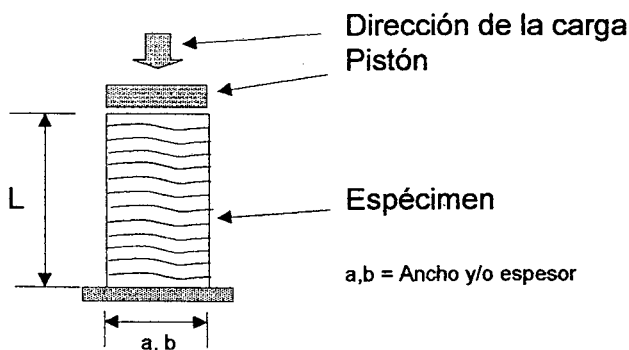
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm.
1	250	0.170
2	500	0.310
3	750	0.425
4	1,000	0.550
5	1,250	0.630
6	1,500	0.770
7	1,750	0.870
8	2,000	1.050
9	2,250	1.250
10	2,500	1.440
11	2,750	1.680
12	3,000	1.960
13	3,250	2.470
14	3,500	3.000
15	3,750	4.125
16	3,820	5.200
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 61

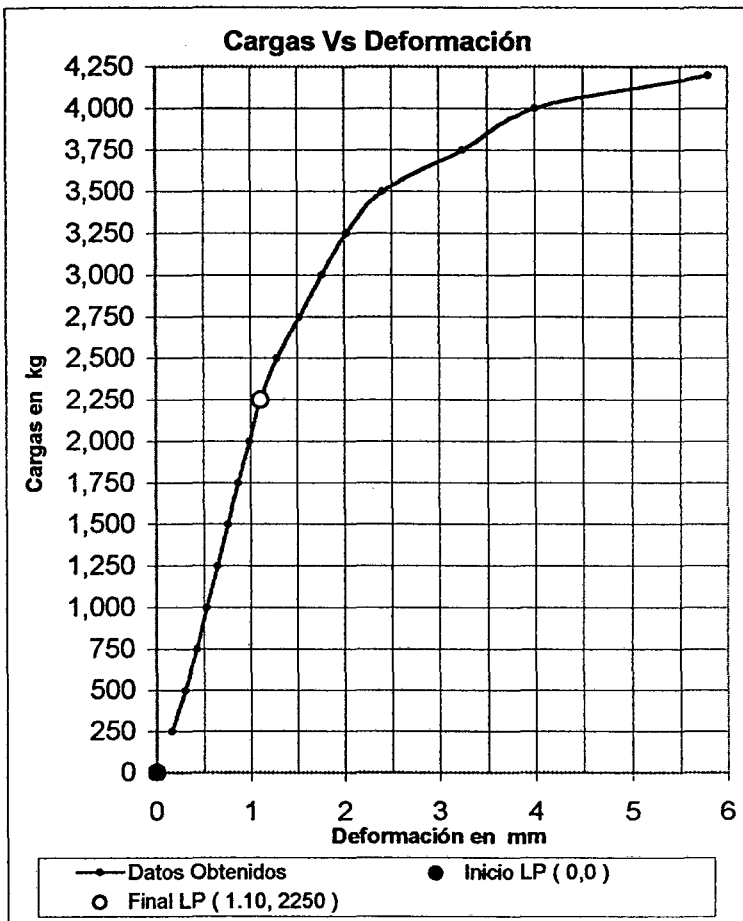
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 15

Area Trans. (A)	=	24.775 cm ²	Ancho (cm)	=	5.000	Espesor (cm) =	4.955
Longitud (L)	=	15.000 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	2,045.45 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	50.25 %	Carga de rotura (P)	=	4,200.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	2,250.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	20.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.10 mm		
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=	90.82 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	169.53 kg/cm ²		

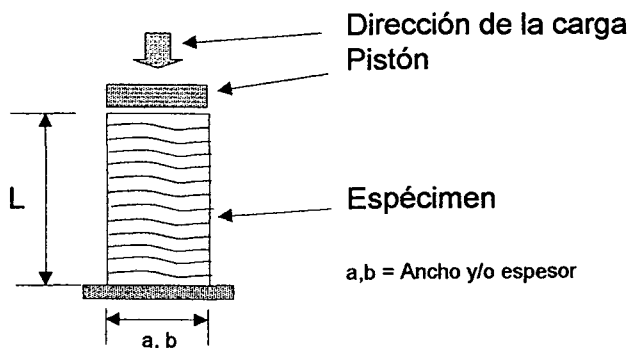
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.160
2	500	0.300
3	750	0.425
4	1,000	0.530
5	1,250	0.645
6	1,500	0.750
7	1,750	0.865
8	2,000	0.990
9	2,250	1.100
10	2,500	1.280
11	2,750	1.525
12	3,000	1.760
13	3,250	2.020
14	3,500	2.400
15	3,750	3.250
16	4,000	4.000
17	4,200	5.800
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



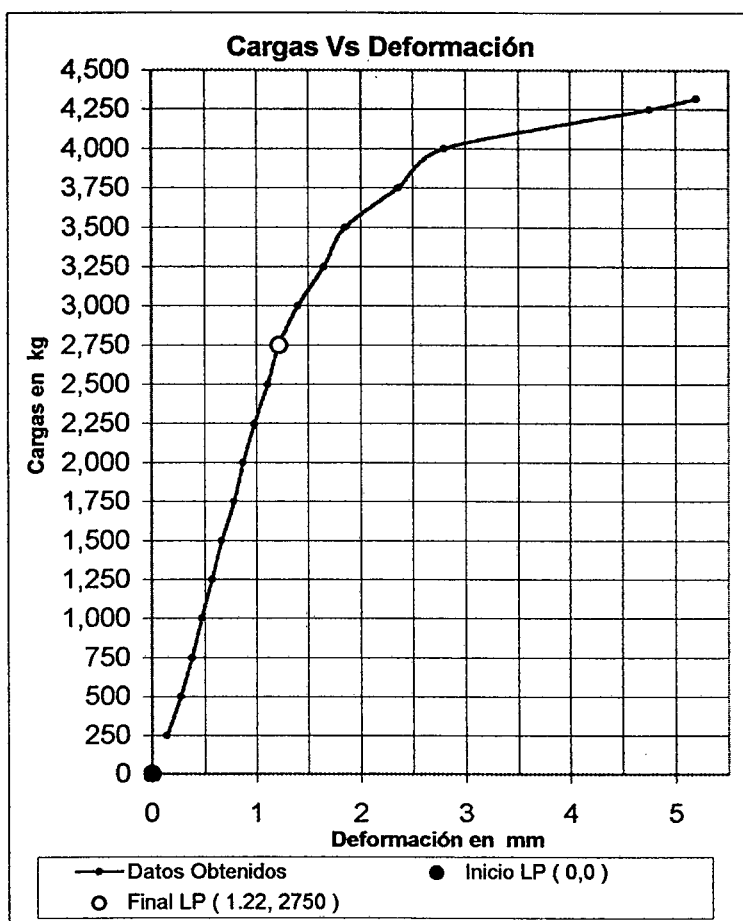
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 16

Area Trans. (A)	=	24.278 cm ²	Ancho (cm)	=	4.970	Espesor (cm) =	4.885
Longitud (L)	=	14.900 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	2,254.10 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	51.20 %	Carga de rotura (P)	=	4,320.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	2,750.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	18.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.22 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=	113.27 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	177.94 kg/cm ²		

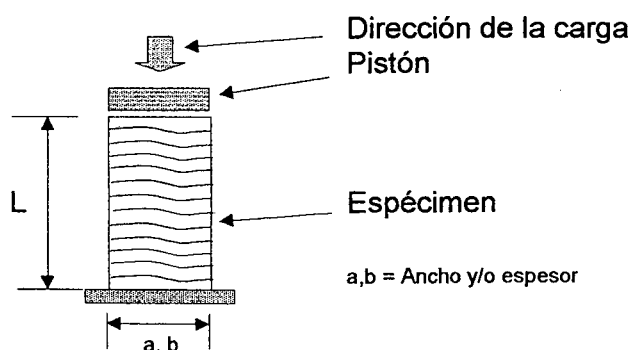
No. Lec.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.140
2	500	0.270
3	750	0.375
4	1,000	0.470
5	1,250	0.565
6	1,500	0.660
7	1,750	0.780
8	2,000	0.870
9	2,250	0.980
10	2,500	1.110
11	2,750	1.220
12	3,000	1.400
13	3,250	1.650
14	3,500	1.850
15	3,750	2.350
16	4,000	2.800
17	4,250	4.750
18	4,320	5.200



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 63

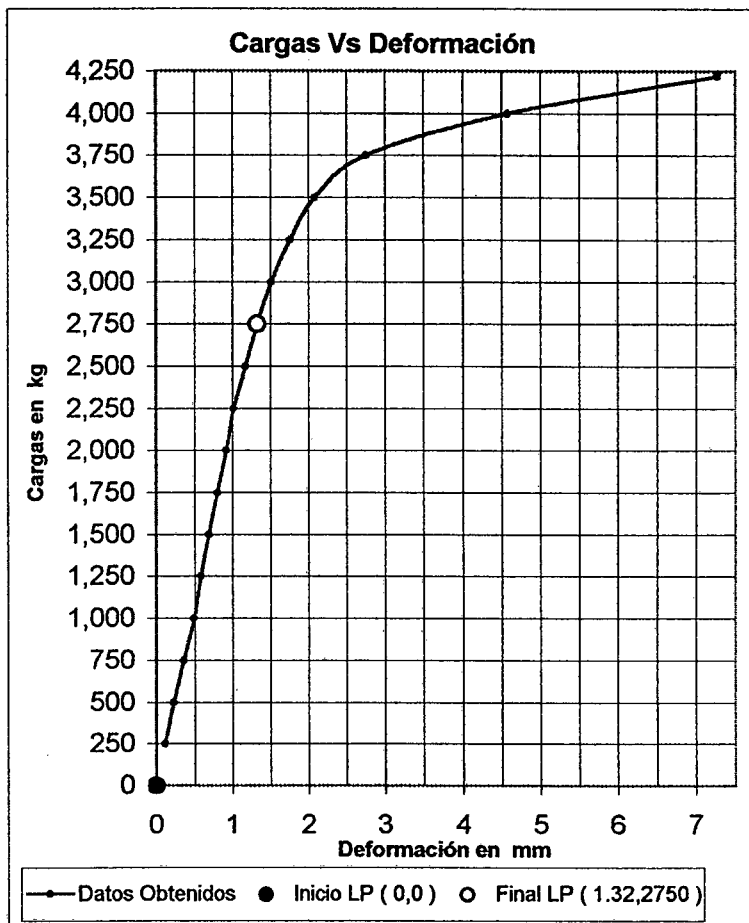
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 17

Area Trans. (A)	=	24.275 cm ²	Ancho (cm)	=	5.000	Espesor (cm) =	4.855
Longitud (L)	=	14.900 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		2,083.33 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	50.15 %	Carga de rotura (P)	=		4,220.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,750.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	25.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.32 mm	
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		113.29 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		173.84 kg/cm ²	

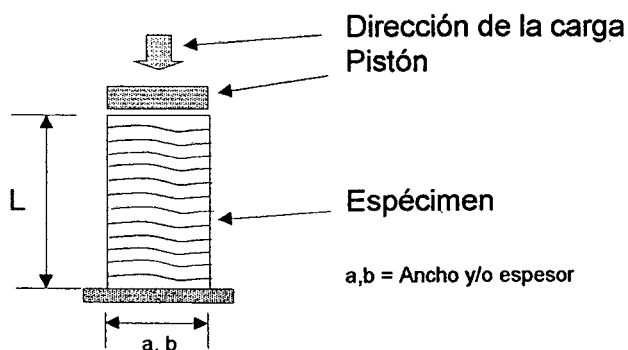
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.110
2	500	0.225
3	750	0.355
4	1,000	0.485
5	1,250	0.575
6	1,500	0.685
7	1,750	0.795
8	2,000	0.915
9	2,250	1.010
10	2,500	1.165
11	2,750	1.320
12	3,000	1.505
13	3,250	1.750
14	3,500	2.075
15	3,750	2.750
16	4,000	4.575
17	4,220	7.275
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 64

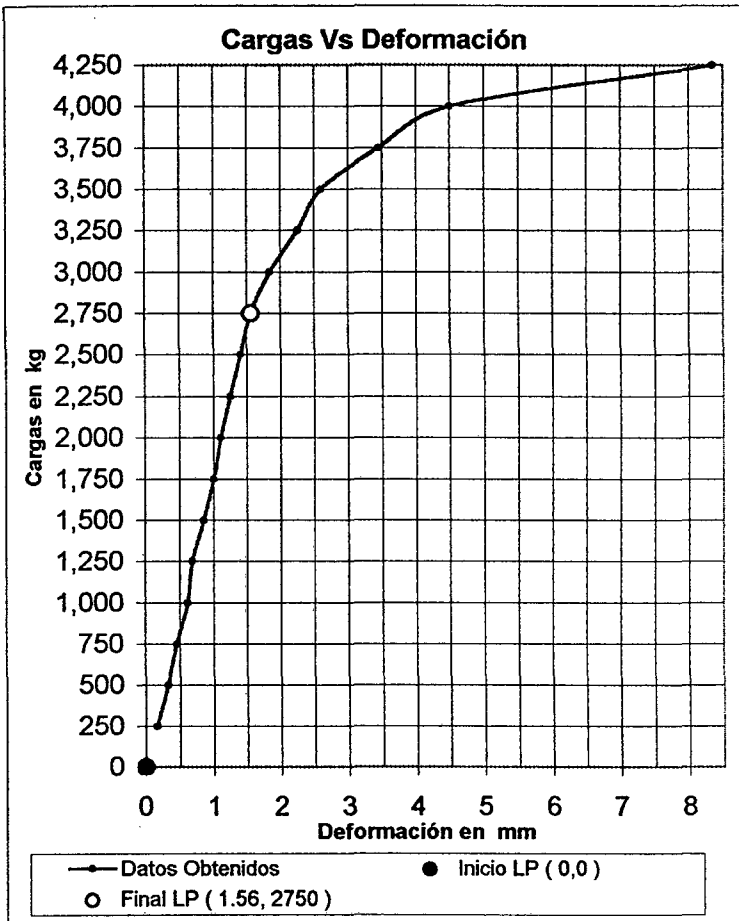
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 18

Area Trans. (A)	=	24.427 cm ²	Ancho (cm)	=	4.900	Espesor (cm)	=	4.985
Longitud (L)	=	14.935 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,762.82 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	48.65 %	Carga de rotura (P)	=		4,250.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,750.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	28.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.56 mm		
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		112.58 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		173.99 kg/cm ²		

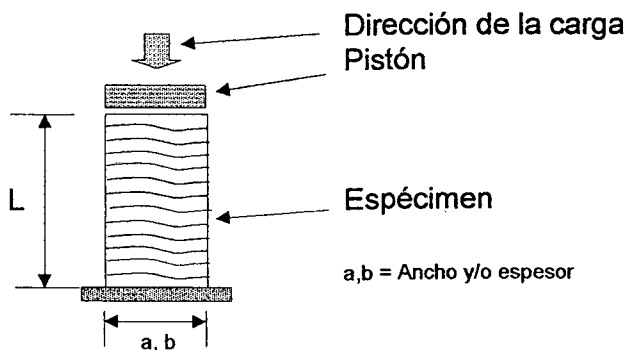
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.165
2	500	0.330
3	750	0.455
4	1,000	0.610
5	1,250	0.685
6	1,500	0.850
7	1,750	1.000
8	2,000	1.110
9	2,250	1.250
10	2,500	1.400
11	2,750	1.560
12	3,000	1.840
13	3,250	2.255
14	3,500	2.600
15	3,750	3.450
16	4,000	4.500
17	4,250	8.350
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 65

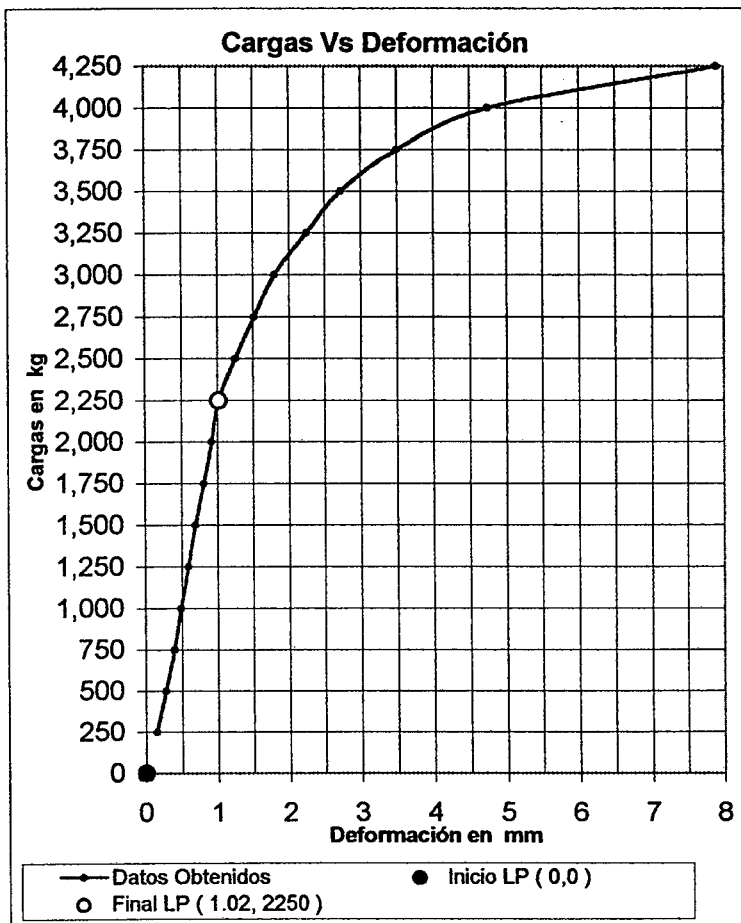
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 19

Area Trans. (A)	=	24.675 cm ²	Ancho (cm)	=	5.000	Espesor (cm)	=	4.935
Longitud (L)	=	14.965 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		2,205.88 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	48.60 %	Carga de rotura (P)	=		4,250.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,250.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	27.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.02 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		91.19 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		172.24 kg/cm ²		

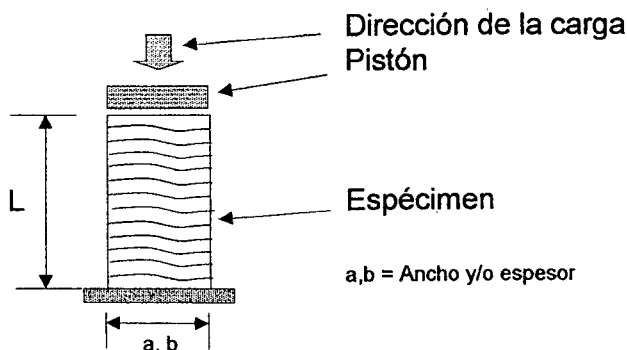
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.150
2	500	0.280
3	750	0.400
4	1,000	0.490
5	1,250	0.590
6	1,500	0.690
7	1,750	0.810
8	2,000	0.920
9	2,250	1.020
10	2,500	1.250
11	2,750	1.510
12	3,000	1.800
13	3,250	2.250
14	3,500	2.730
15	3,750	3.500
16	4,000	4.750
17	4,250	7.900
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 66

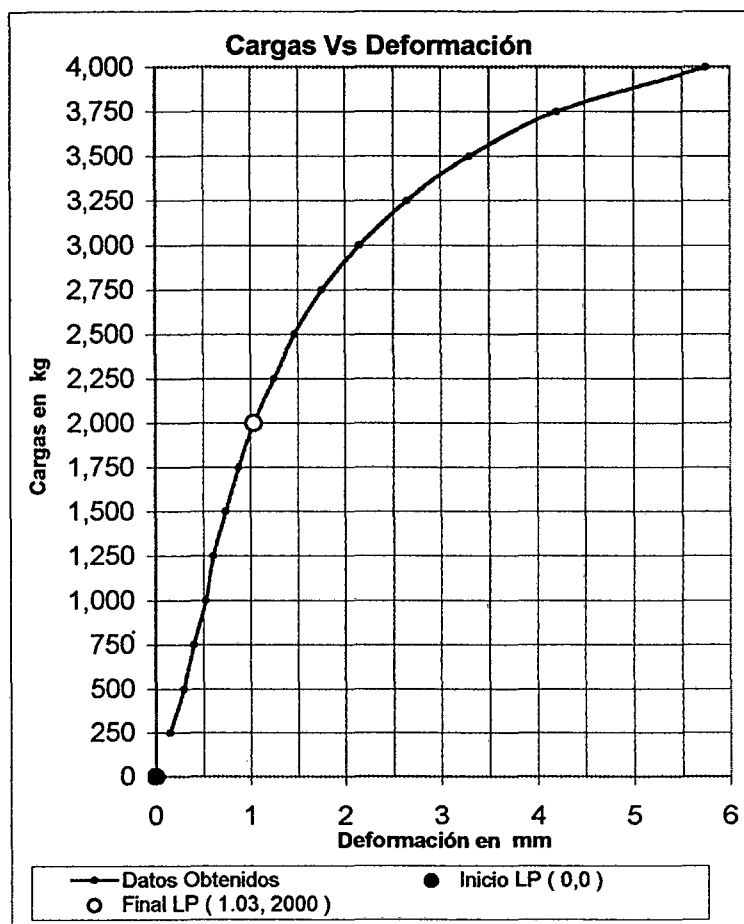
ENSAYO A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 016

Probeta N° 20

Area Trans. (A)	=	24.280 cm ²	Ancho (cm)	=	4.930	Espesor (cm) =	4.925
Longitud (L)	=	14.785 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		1,941.75 X (en mm)	
Cont. de humedad	=	50.24 %	Carga de rotura (P)	=		4,000.00 kg	
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		2,000.00 kg	
Tiempo de ensayo	=	20.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.03 mm	
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Esfzo al Lim. Prop. (ELP)	=		82.37 kg/cm ²	
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		164.74 kg/cm ²	

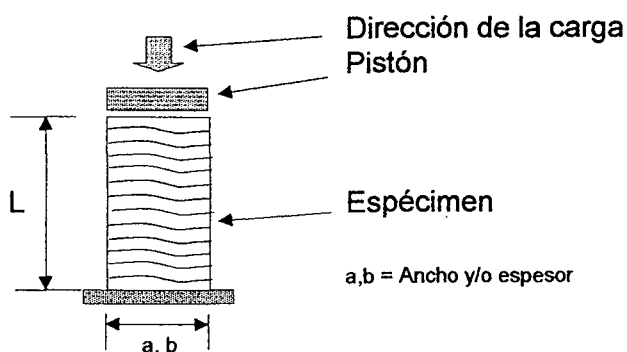
No Lec.	Carga (kg)	Deform. mm
1	250	0.150
2	500	0.290
3	750	0.395
4	1,000	0.520
5	1,250	0.600
6	1,500	0.740
7	1,750	0.875
8	2,000	1.030
9	2,250	1.250
10	2,500	1.470
11	2,750	1.760
12	3,000	2.150
13	3,250	2.640
14	3,500	3.300
15	3,750	4.200
16	4,000	5.750
17		
18		



$$MOR = P/A$$

$$ELP = P1/A$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 67

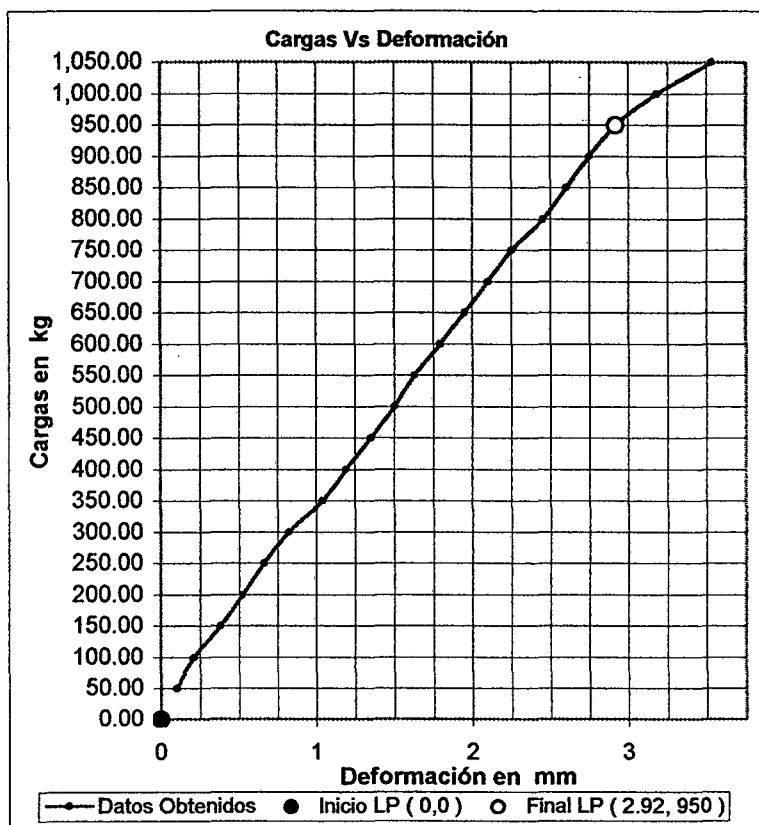
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 01

Area Red. Trans.	=	0.386 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.795	Espesor (a cm)	=	0.485
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =				325.34 X (en mm)
Cont. de humedad	=	50.28 %	Carga de Rotura (P)	=				1,050.00 kg
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=				950.00 kg
Tiempo de ensayo	=	3.55 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=				2.92 mm
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=				42,189.26 kg/cm ²
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=				2,723.21 kg/cm ²

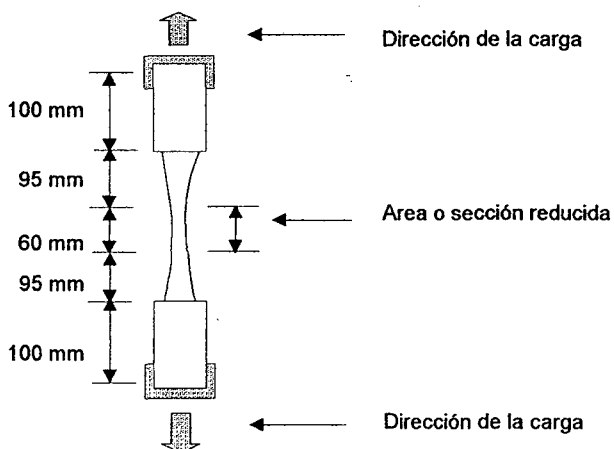
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.100
2	100.00	0.210
3	150.00	0.380
4	200.00	0.520
5	250.00	0.660
6	300.00	0.820
7	350.00	1.040
8	400.00	1.190
9	450.00	1.350
10	500.00	1.500
11	550.00	1.630
12	600.00	1.790
13	650.00	1.950
14	700.00	2.100
15	750.00	2.250
16	800.00	2.450
17	850.00	2.600
18	900.00	2.750
19	950.00	2.920
20	1,000.00	3.180
21	1,050.00	3.530
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 68

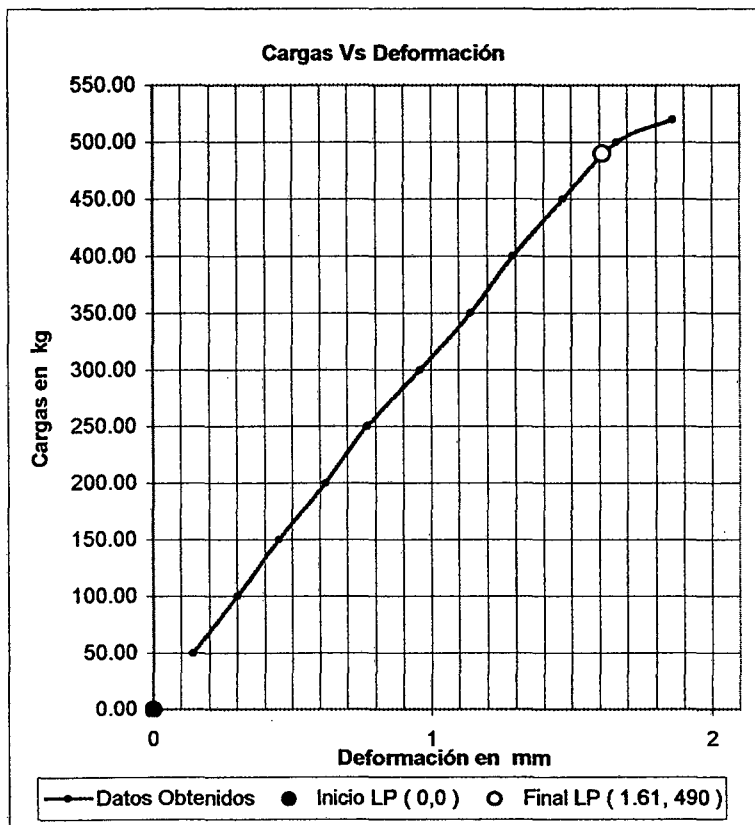
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 02

Area Red. Trans.	=	0.388 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.800	Espesor (a cm)	=	0.485
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		304.35 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.18 %	Carga de Rotura (P)	=		520.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		490.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	1.90 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.61 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		39,220.08 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,340.21 kg/cm ²		

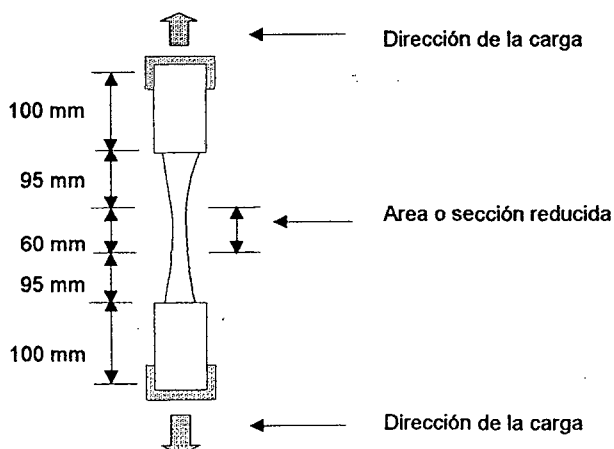
No. Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.140
2	100.00	0.300
3	150.00	0.450
4	200.00	0.620
5	250.00	0.770
6	300.00	0.960
7	350.00	1.140
8	400.00	1.290
9	450.00	1.470
10	500.00	1.660
11	520.00	1.860
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 69

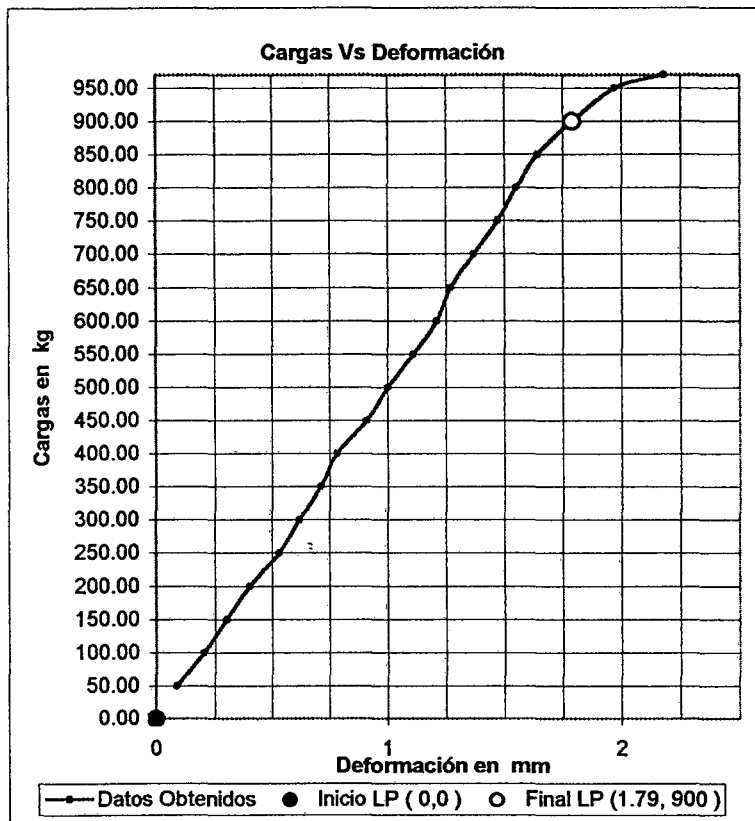
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 03

Area Red. Trans.	=	0.378 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.755	Espesor (a cm)	=	0.500
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =				502.79 X (en mm)
Cont. de humedad	=	52.87 %	Carga de Rotura (P)	=				970.00 kg
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=				900.00 kg
Tiempo de ensayo	=	2.25 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=				1.79 mm
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=				66,595.14 kg/cm ²
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=				2,569.54 kg/cm ²

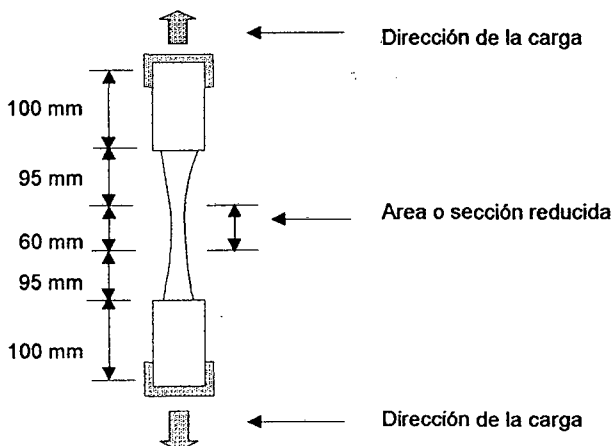
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.090
2	100.00	0.200
3	150.00	0.300
4	200.00	0.400
5	250.00	0.530
6	300.00	0.620
7	350.00	0.710
8	400.00	0.780
9	450.00	0.910
10	500.00	1.000
11	550.00	1.110
12	600.00	1.210
13	650.00	1.270
14	700.00	1.370
15	750.00	1.470
16	800.00	1.550
17	850.00	1.640
18	900.00	1.790
19	950.00	1.970
20	970.00	2.180
21		
22		



$$MOR = (P / (a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L) / (a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X) / Y)$$



Cuadro N° 70

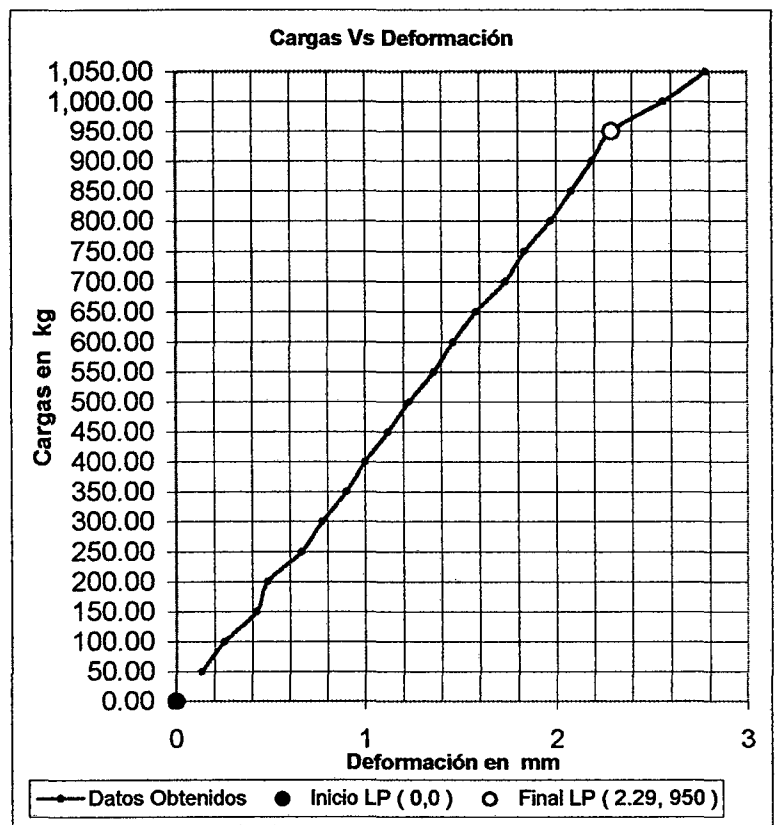
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 04

Area Red. Trans.	=	0.450 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.750	Espesor (a cm)	=	0.600
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =				414.85 X (en mm)
Cont. de humedad	=	49.65 %	Carga de Rotura (P)	=				1,050.00 kg
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=				950.00 kg
Tiempo de ensayo	=	2.85 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=				2.29 mm
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=				46,094.13 kg/cm ²
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=				2,333.33 kg/cm ²

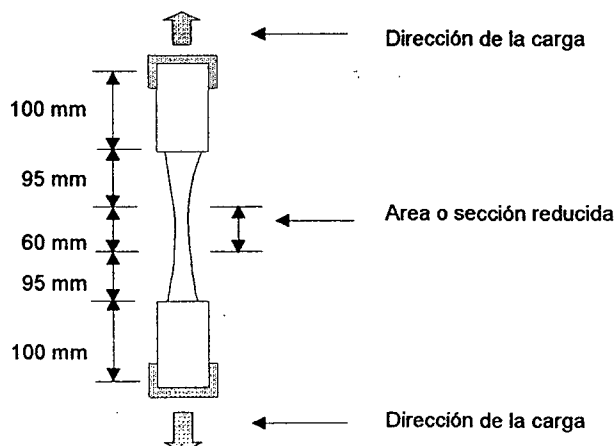
Nº Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.130
2	100.00	0.250
3	150.00	0.420
4	200.00	0.480
5	250.00	0.660
6	300.00	0.770
7	350.00	0.900
8	400.00	1.000
9	450.00	1.120
10	500.00	1.230
11	550.00	1.360
12	600.00	1.460
13	650.00	1.580
14	700.00	1.730
15	750.00	1.830
16	800.00	1.970
17	850.00	2.080
18	900.00	2.190
19	950.00	2.290
20	1,000.00	2.560
21	1,050.00	2.780
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



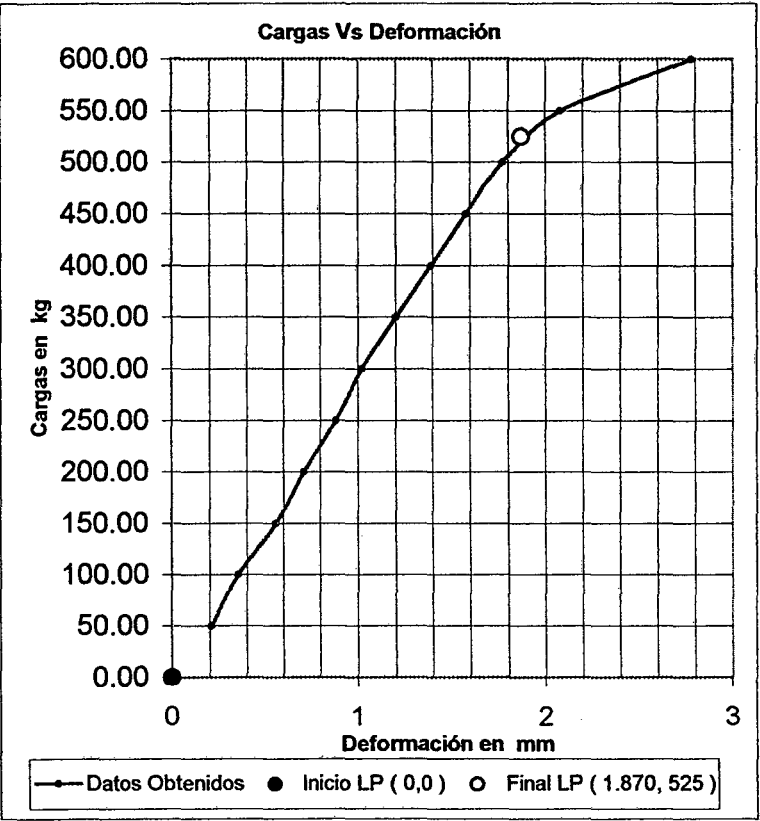
Cuadro N° 71

ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 05					
Area Red. Trans.	=	0.373 cm2	Ancho (b cm)	=	0.820
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	280.75 X (en mm)
Cont. de humedad	=	46.88 %	Carga de Rotura (P)	=	600.00 kg
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	525.00 kg
Tiempo de ensayo	=	2.80 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.870 mm
Densidad básica	=	0.82 gr/cm3	Mód. de elast. (ME)	=	37,623.78 kg/cm2
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	1,608.15 kg/cm2

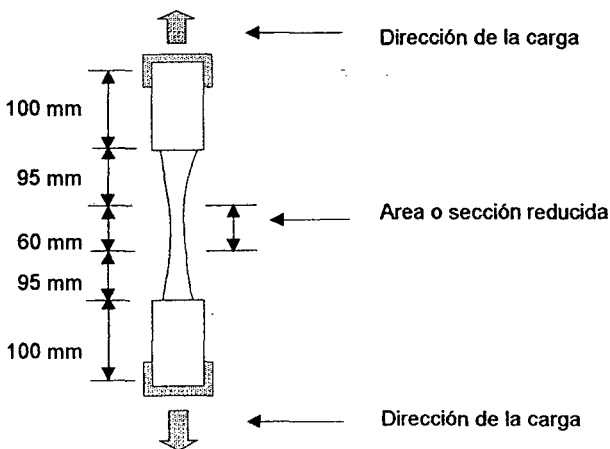
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.210
2	100.00	0.350
3	150.00	0.560
4	200.00	0.710
5	250.00	0.880
6	300.00	1.020
7	350.00	1.200
8	400.00	1.390
9	450.00	1.580
10	500.00	1.770
11	550.00	2.080
12	600.00	2.780
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 72

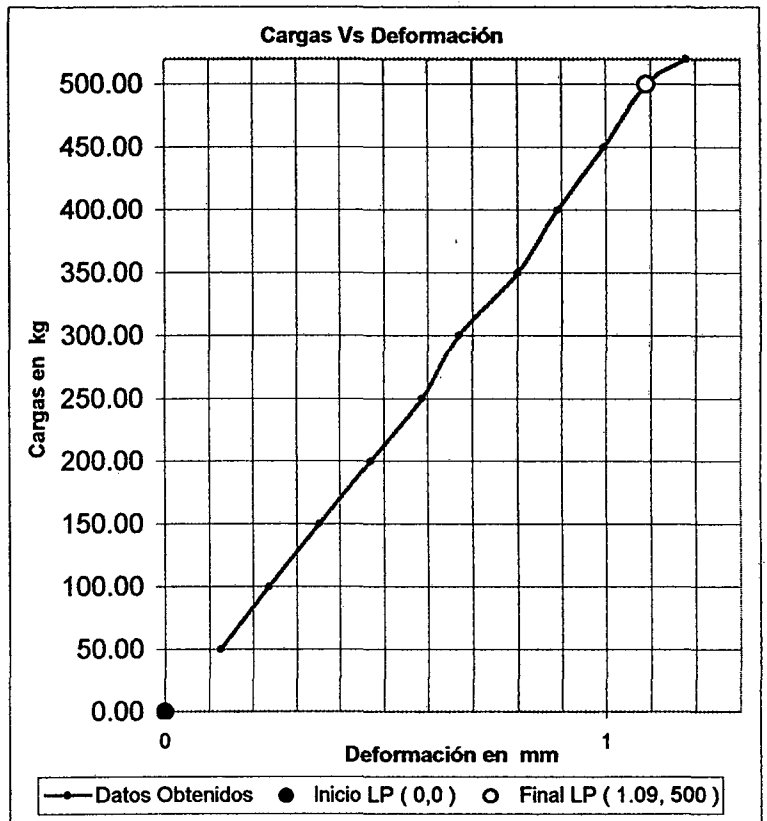
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 06

Area Red. Trans.	=	0.368 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.800	Espesor (a cm)	=	0.460
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =				458.72 X (en mm)
Cont. de humedad	=	51.24 %	Carga de Rotura (P)	=				520.00 kg
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=				500.00 kg
Tiempo de ensayo	=	1.30 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=				1.09 mm
Densidad básica	=	0.79 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=				62,325.49 kg/cm ²
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=				1,413.04 kg/cm ²

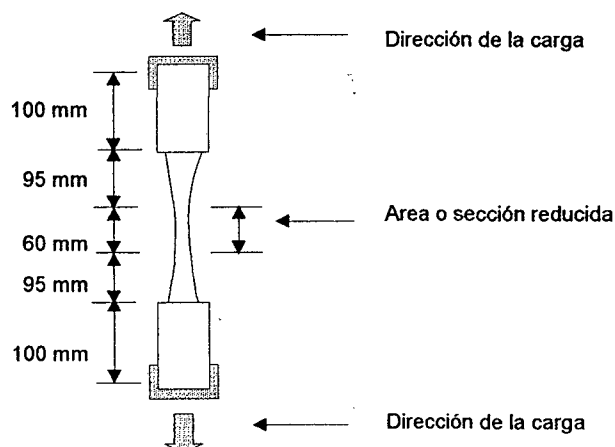
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.125
2	100.00	0.236
3	150.00	0.352
4	200.00	0.470
5	250.00	0.586
6	300.00	0.670
7	350.00	0.800
8	400.00	0.890
9	450.00	0.995
10	500.00	1.090
11	520.00	1.178
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



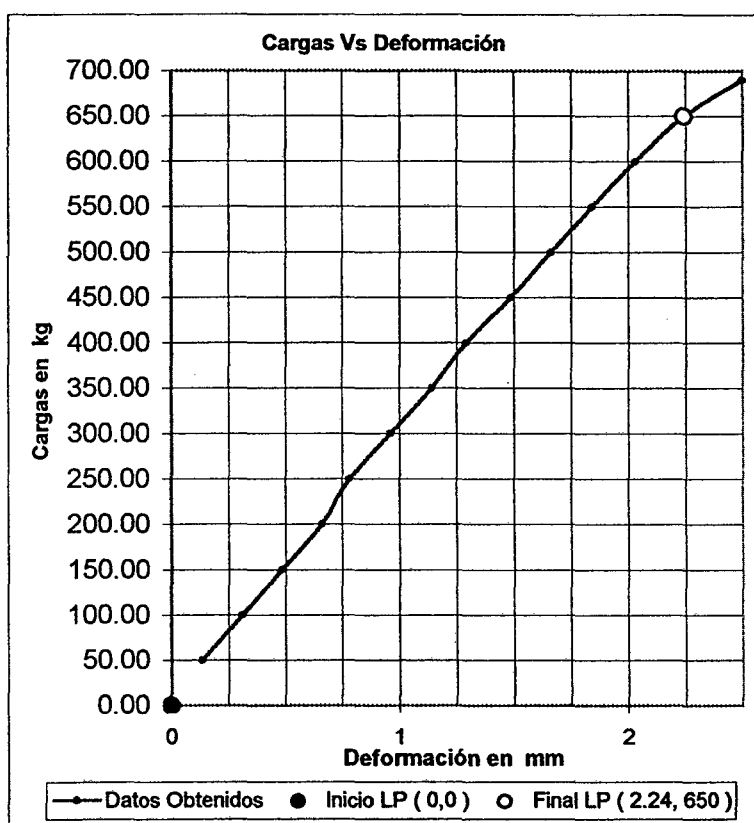
Cuadro N° 73
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA
EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 07

Area Red. Trans.	=	0.587 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.925	Espesor (a cm)	=	0.635
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		290.18 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	52.95 %	Carga de Rotura (P)	=		690.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		650.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.60 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		2.24 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		24,701.30 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,174.72 kg/cm ²		

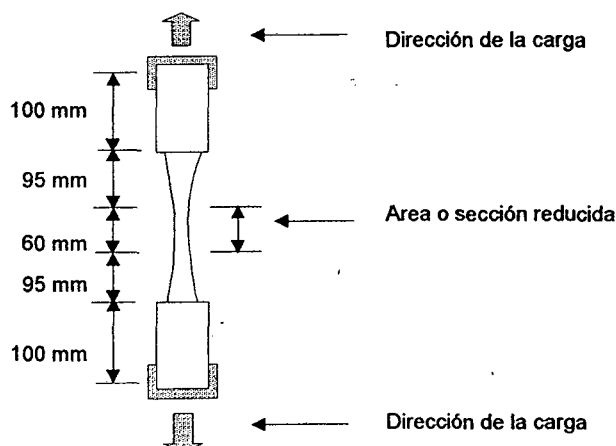
Nº Lect	Carga (kg.)	Deform. mm
1	50.00	0.130
2	100.00	0.310
3	150.00	0.480
4	200.00	0.660
5	250.00	0.780
6	300.00	0.960
7	350.00	1.140
8	400.00	1.290
9	450.00	1.485
10	500.00	1.660
11	550.00	1.840
12	600.00	2.030
13	650.00	2.240
14	690.00	2.500
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 74

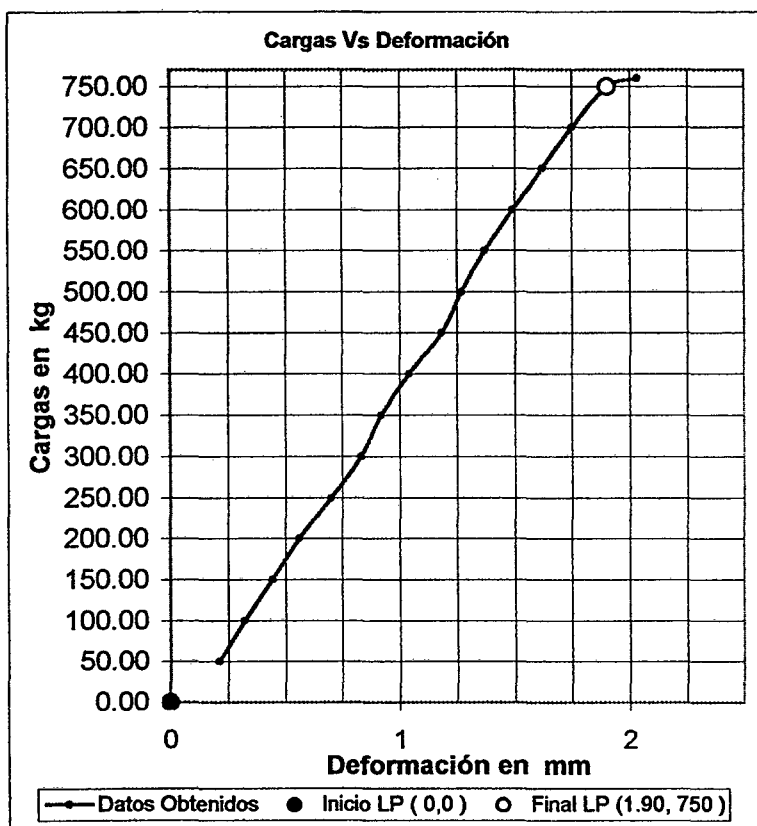
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 08

Area Red. Trans.	=	0.523 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.960	Espesor (a cm)	=	0.545
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		394.74 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	47.51 %	Carga de Rotura (P)	=		760.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		750.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.90 mm		
Densidad básica	=	0.82 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		37,723.32 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,452.60 kg/cm ²		

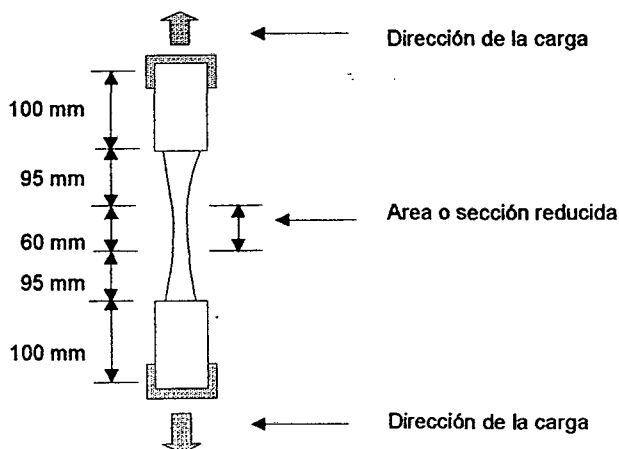
Nº Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.210
2	100.00	0.320
3	150.00	0.440
4	200.00	0.560
5	250.00	0.700
6	300.00	0.830
7	350.00	0.920
8	400.00	1.040
9	450.00	1.180
10	500.00	1.270
11	550.00	1.370
12	600.00	1.490
13	650.00	1.620
14	700.00	1.750
15	750.00	1.900
16	760.00	2.030
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 75

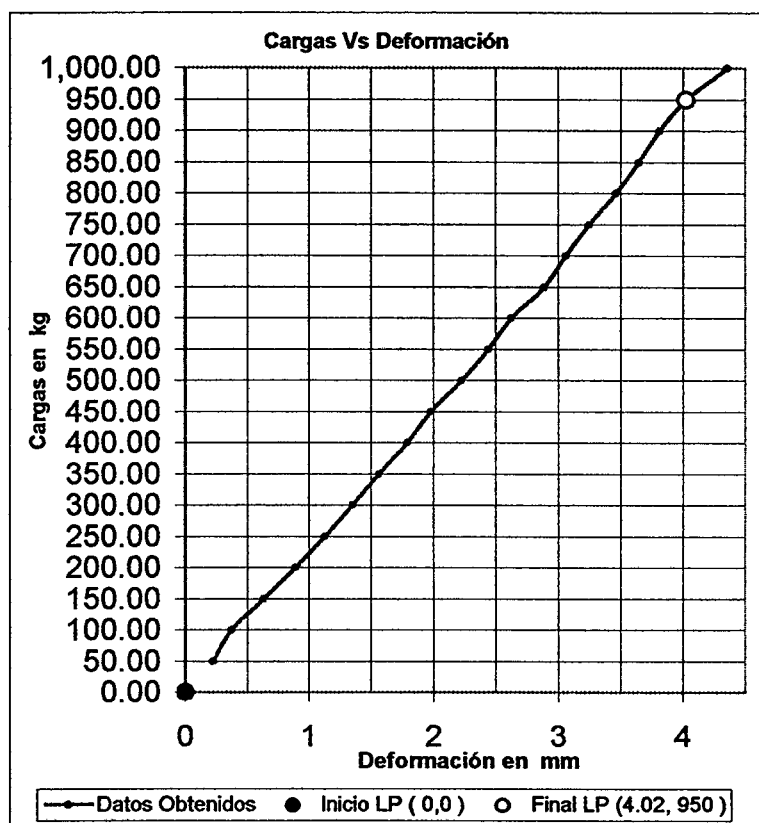
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 09

Area Red. Trans.	=	0.486 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.900	Espesor (a cm)	=	0.540
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		236.32 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	48.78 %	Carga de Rotura (P)	=		1,000.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		950.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	4.40 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		4.02 mm		
Densidad básica	=	0.80 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		24,312.59 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		2,057.61 kg/cm ²		

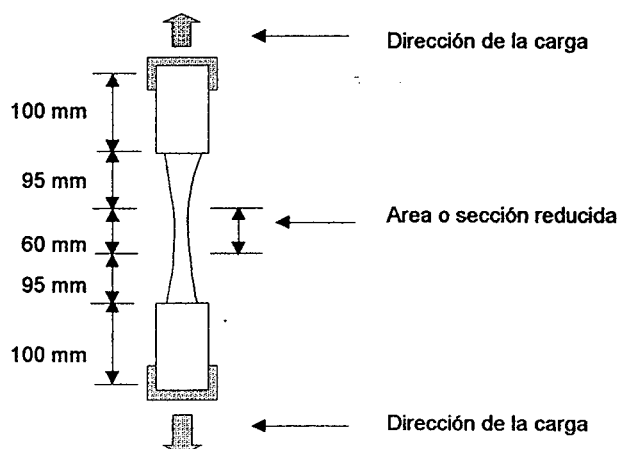
No Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.221
2	100.00	0.370
3	150.00	0.630
4	200.00	0.890
5	250.00	1.125
6	300.00	1.350
7	350.00	1.560
8	400.00	1.790
9	450.00	1.980
10	500.00	2.230
11	550.00	2.440
12	600.00	2.620
13	650.00	2.885
14	700.00	3.060
15	750.00	3.245
16	800.00	3.460
17	850.00	3.645
18	900.00	3.810
19	950.00	4.020
20	1,000.00	4.350
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 76

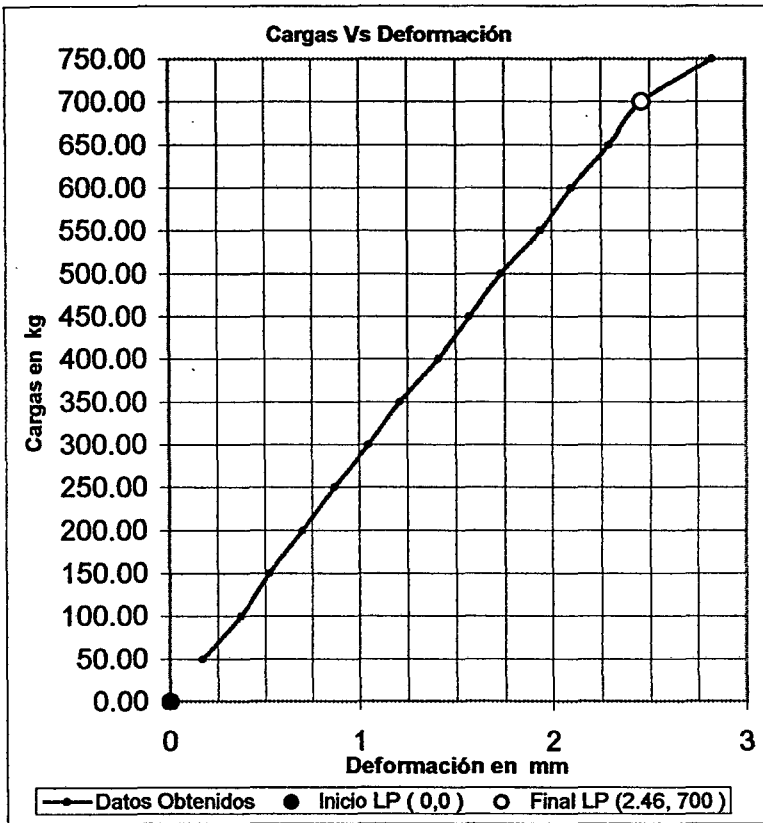
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 10

Area Red. Trans.	=	0.537 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.995	Espesor (a cm)	=	0.540
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y=		284.55 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.84 %	Carga de Rotura (P)	=		750.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		700.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	3.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		2.460 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		26,479.89 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,395.87 kg/cm ²		

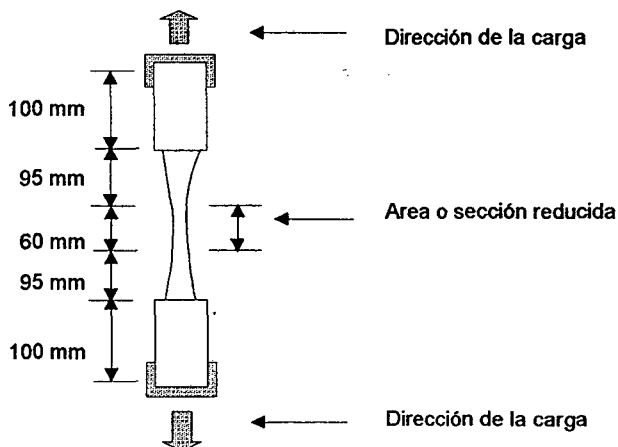
No Lect	Carga [kg]	Deform mm
1	50.00	0.170
2	100.00	0.370
3	150.00	0.520
4	200.00	0.700
5	250.00	0.870
6	300.00	1.050
7	350.00	1.210
8	400.00	1.410
9	450.00	1.570
10	500.00	1.730
11	550.00	1.940
12	600.00	2.100
13	650.00	2.290
14	700.00	2.460
15	750.00	2.830
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 77

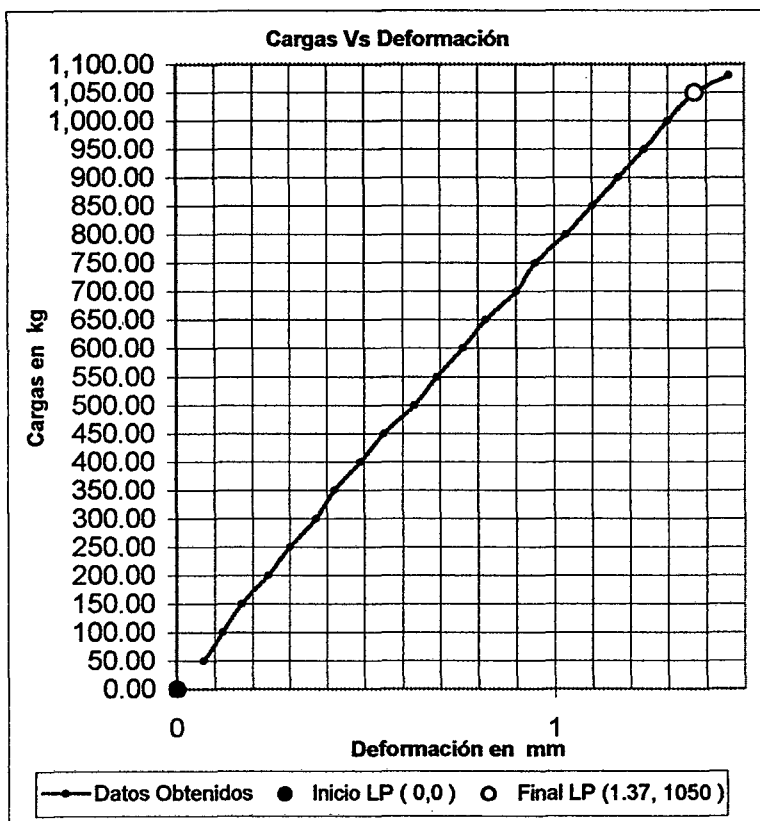
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 11

Area Red. Trans.	=	0.526 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.870	Espesor (a cm)	=	0.605
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		766.42 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	46.34 %	Carga de Rotura (P)	=		1,080.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		1,050.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	1.50 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.37 mm		
Densidad básica	=	0.78 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		72,805.49 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		2,051.87 kg/cm ²		

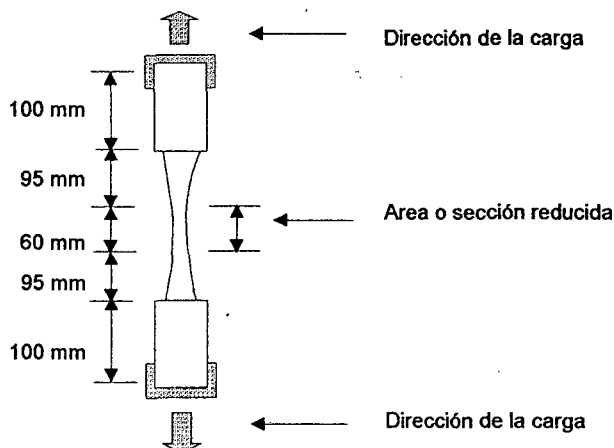
No Lec	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.070
2	100.00	0.120
3	150.00	0.170
4	200.00	0.240
5	250.00	0.300
6	300.00	0.370
7	350.00	0.420
8	400.00	0.490
9	450.00	0.550
10	500.00	0.630
11	550.00	0.690
12	600.00	0.760
13	650.00	0.820
14	700.00	0.900
15	750.00	0.950
16	800.00	1.030
17	850.00	1.100
18	900.00	1.170
19	950.00	1.240
20	1,000.00	1.300
21	1,050.00	1.370
22	1,080.00	1.460



$$MOR = (P / (a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L) / (a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X) / Y)$$



Cuadro N° 78

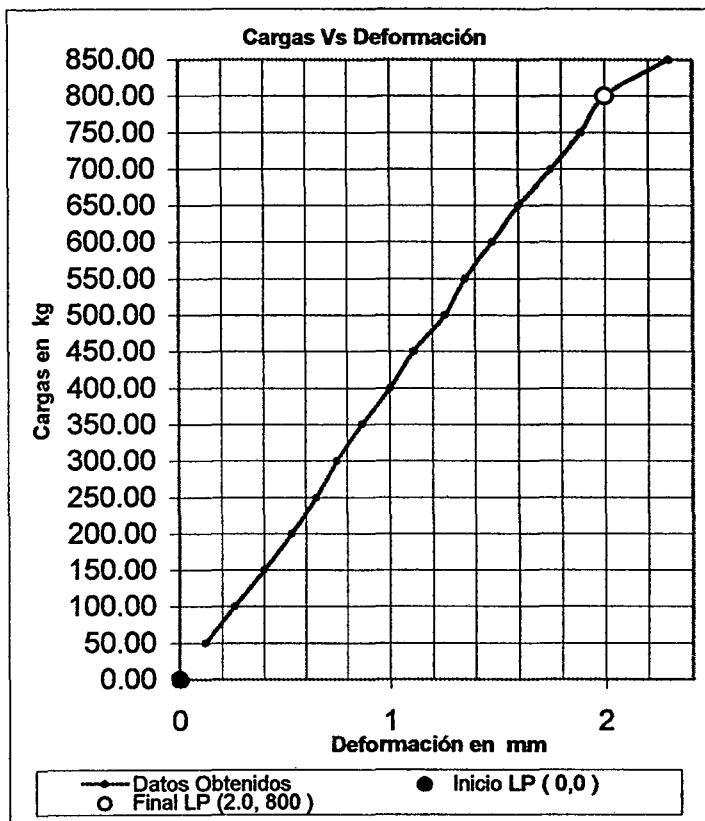
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 12

Area Red. Trans.	=	0.473 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.995	Espesor (a cm)	=	0.475
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		400.00 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	48.20 %	Carga de Rotura (P)	=		850.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		800.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.40 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		2.00 mm		
Densidad básica	=	0.79 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		42,316.85 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,798.47 kg/cm ²		

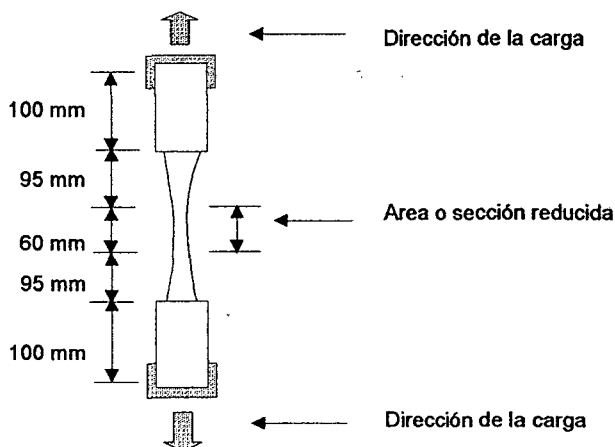
No. Lect.	Carga (kg.)	Deform. mm
1	50.00	0.120
2	100.00	0.260
3	150.00	0.400
4	200.00	0.530
5	250.00	0.650
6	300.00	0.750
7	350.00	0.870
8	400.00	1.000
9	450.00	1.110
10	500.00	1.260
11	550.00	1.350
12	600.00	1.480
13	650.00	1.600
14	700.00	1.750
15	750.00	1.890
16	800.00	2.000
17	850.00	2.290
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P / (a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L) / (a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X) / Y)$$



Cuadro N° 79

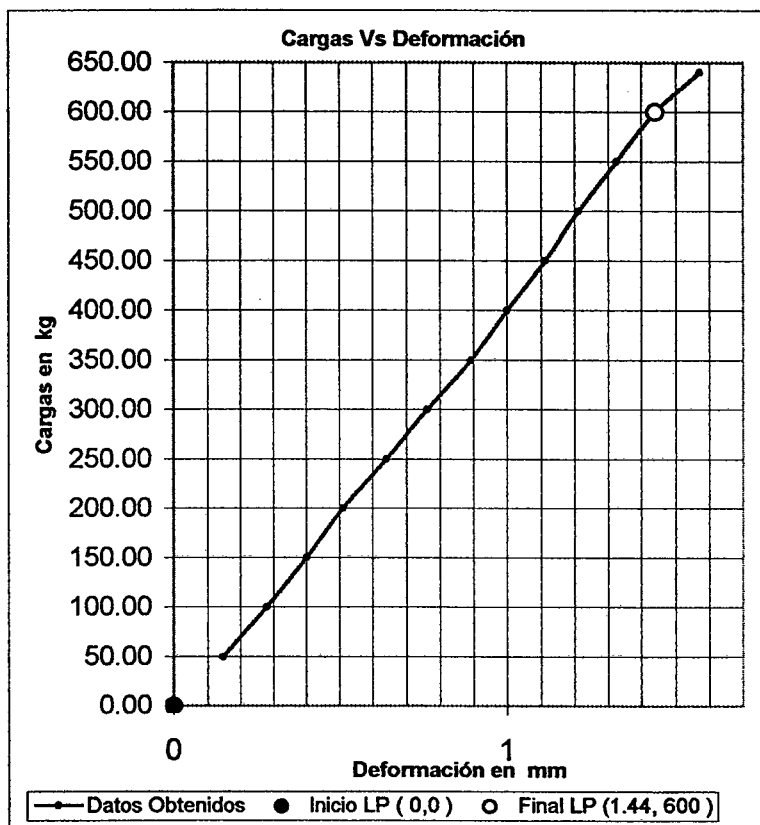
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251.085

Probeta N° 13

Area Red. Trans.	=	0.375 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.825	Espesor (a cm)	=	0.455
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		416.67 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.97 %	Carga de Rotura (P)	=		640.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		600.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	1.60 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.44 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		55,500.06 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,704.96 kg/cm ²		

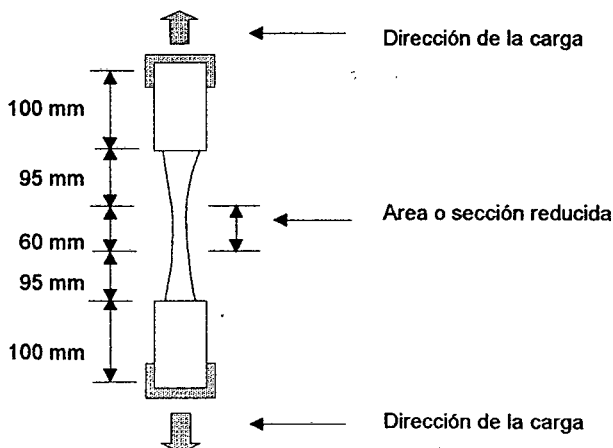
No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	50.00	0.146
2	100.00	0.280
3	150.00	0.400
4	200.00	0.510
5	250.00	0.640
6	300.00	0.760
7	350.00	0.892
8	400.00	1.000
9	450.00	1.112
10	500.00	1.210
11	550.00	1.325
12	600.00	1.440
13	640.00	1.570
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 80

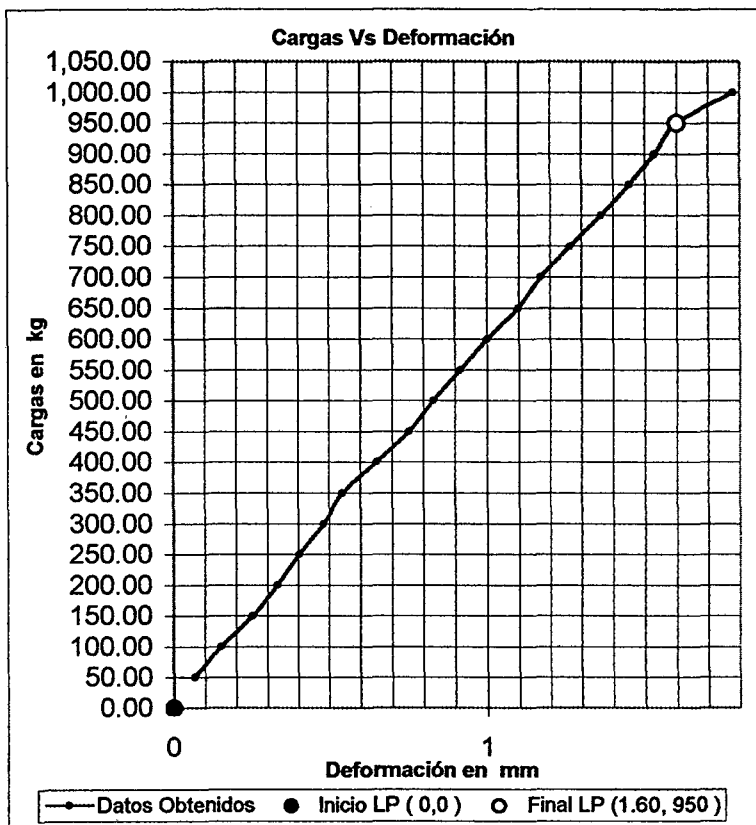
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 14

Area Red. Trans.	=	0.540 cm2	Ancho (b cm)	=	0.955	Espesor (a cm)	=	0.565
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	593.75 X (en mm)			
Cont. de humedad	=	46.41 %	Carga de Rotura (P)	=	1,000.00 kg			
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	950.00 kg			
Tiempo de ensayo	=	2.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.60 mm			
Densidad básica	=	0.85 gr/cm3	Mód. de elast. (ME)	=	55,020.15 kg/cm2			
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	1,853.31 kg/cm2			

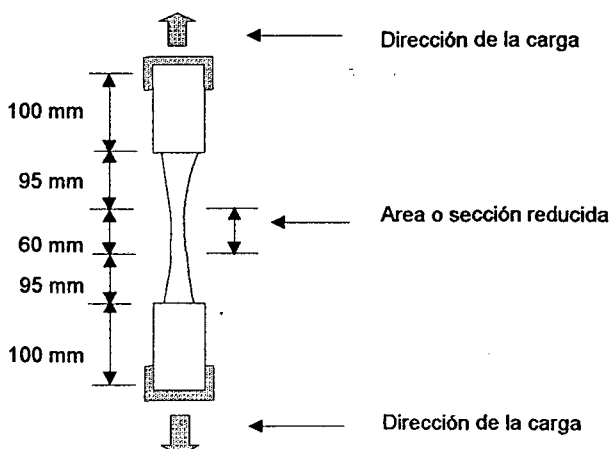
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.065
2	100.00	0.150
3	150.00	0.252
4	200.00	0.330
5	250.00	0.402
6	300.00	0.480
7	350.00	0.543
8	400.00	0.650
9	450.00	0.753
10	500.00	0.830
11	550.00	0.916
12	600.00	1.000
13	650.00	1.097
14	700.00	1.170
15	750.00	1.264
16	800.00	1.360
17	850.00	1.450
18	900.00	1.530
19	950.00	1.600
20	1,000.00	1.780
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



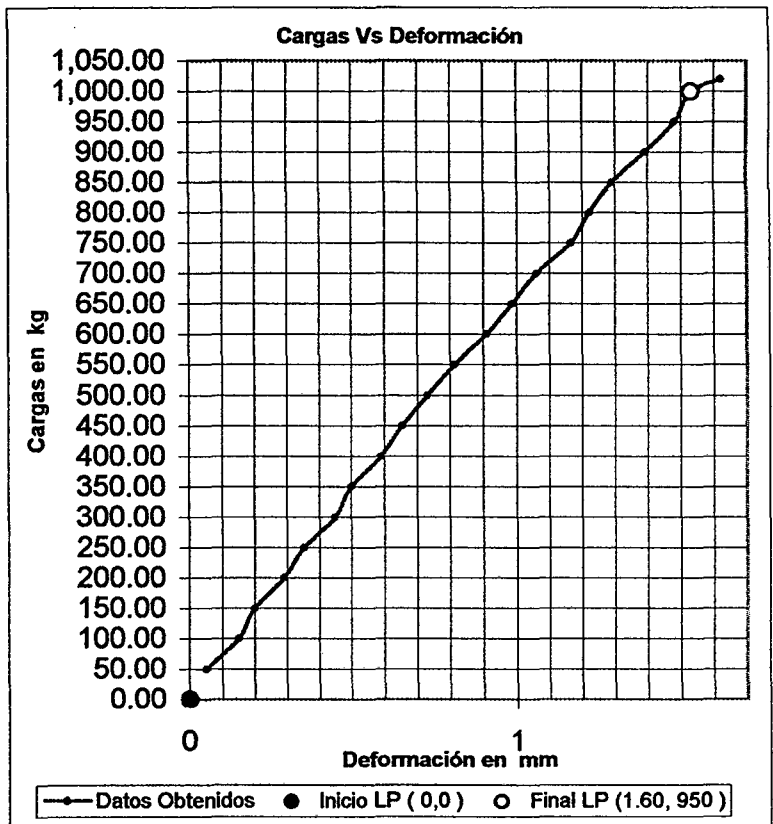
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 15

Area Red. Trans.	=	0.519 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.970	Espesor (a cm)	=	0.535
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		593.75 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	46.91 %	Carga de Rotura (P)	=		1,020.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		950.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	1.80 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.60 mm		
Densidad básica	=	0.86 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		57,206.86 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,965.51 kg/cm ²		

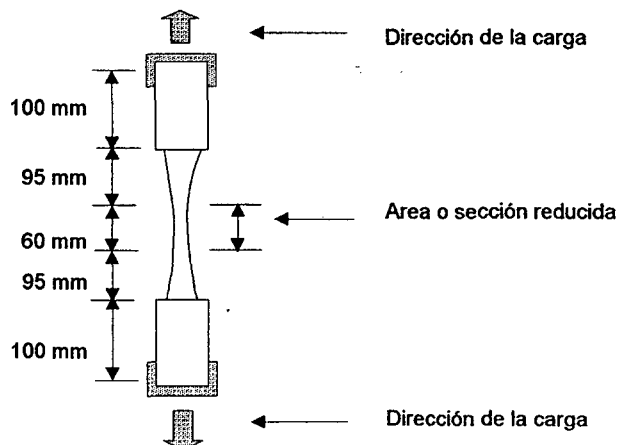
Nº Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.051
2	100.00	0.150
3	150.00	0.200
4	200.00	0.290
5	250.00	0.352
6	300.00	0.450
7	350.00	0.500
8	400.00	0.590
9	450.00	0.653
10	500.00	0.730
11	550.00	0.813
12	600.00	0.910
13	650.00	0.985
14	700.00	1.060
15	750.00	1.165
16	800.00	1.220
17	850.00	1.290
18	900.00	1.390
19	950.00	1.480
20	1,000.00	1.530
21	1,020.00	1.620
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 82

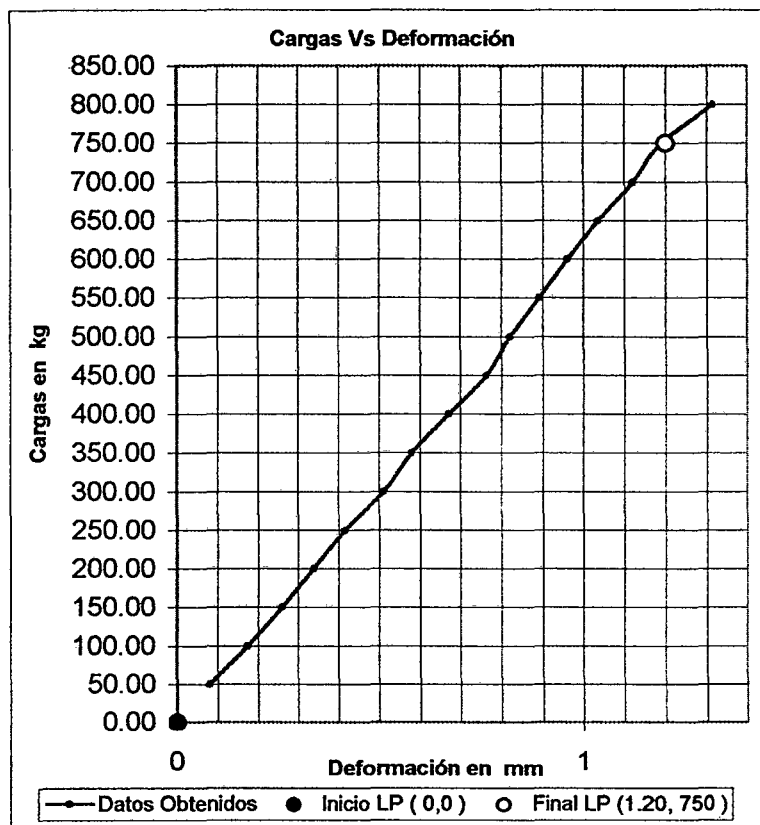
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 16

Area Red. Trans.	=	0.415 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.735	Espesor (a cm)	=	0.565
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		625.00 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	44.44 %	Carga de Rotura (P)	=		800.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		750.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	1.45 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.20 mm		
Densidad básica	=	0.85 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		75,251.34 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,926.43 kg/cm ²		

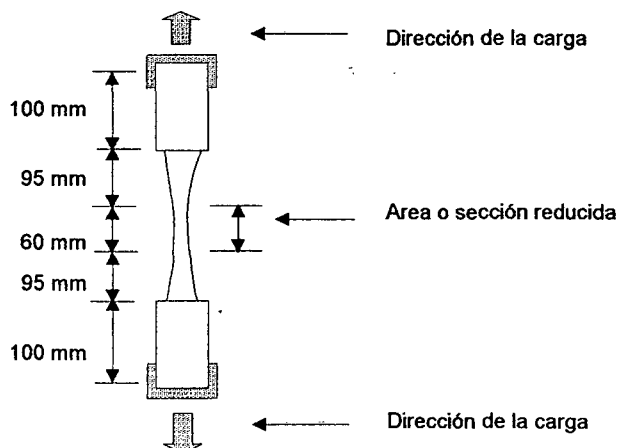
No Lect	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.078
2	100.00	0.173
3	150.00	0.259
4	200.00	0.337
5	250.00	0.415
6	300.00	0.510
7	350.00	0.579
8	400.00	0.670
9	450.00	0.762
10	500.00	0.820
11	550.00	0.891
12	600.00	0.960
13	650.00	1.034
14	700.00	1.120
15	750.00	1.189
16	800.00	1.314
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 83

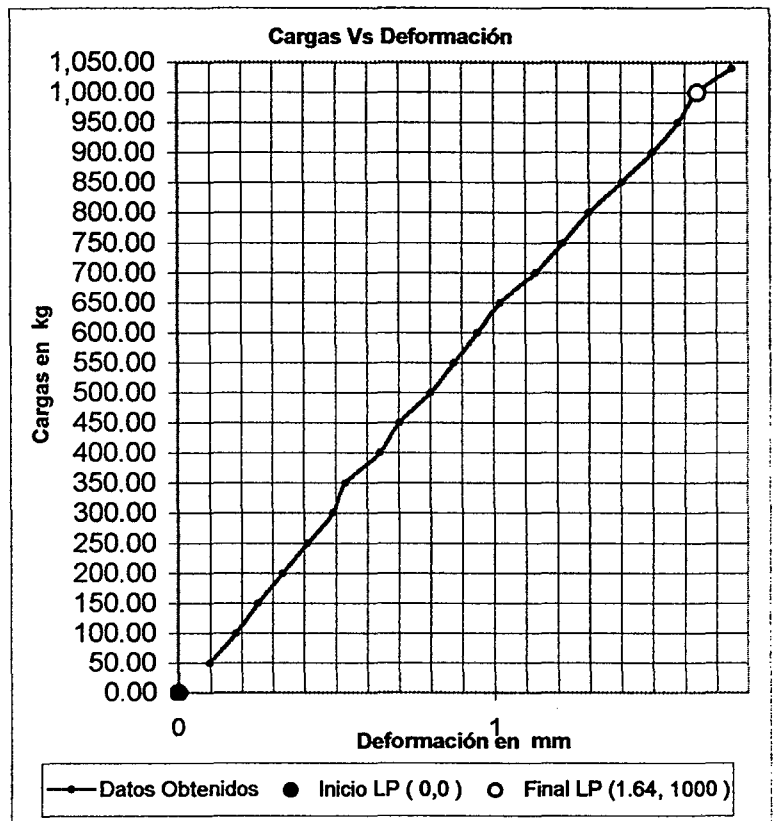
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 17

Area Red. Trans.	=	0.467 cm2	Ancho (b cm)	=	0.890	Espesor (a cm)=	0.525
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	609.76 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	56.29 %	Carga de Rotura (P)	=	1,040.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,000.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.00 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	1.64 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm3	Mód. de elast. (ME)	=	65,249.45 kg/cm2		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	2,225.79 kg/cm2		

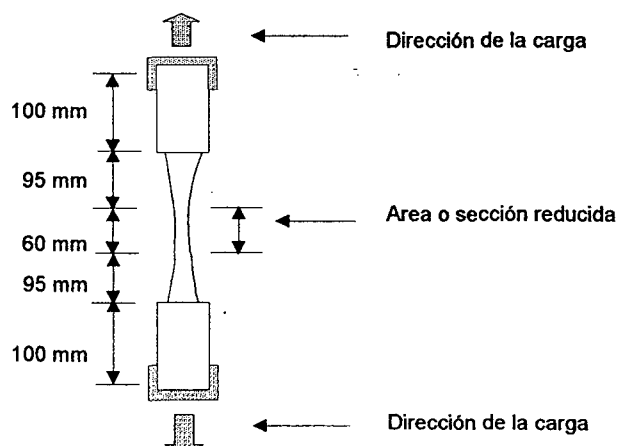
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.098
2	100.00	0.180
3	150.00	0.252
4	200.00	0.330
5	250.00	0.410
6	300.00	0.490
7	350.00	0.532
8	400.00	0.640
9	450.00	0.702
10	500.00	0.800
11	550.00	0.875
12	600.00	0.950
13	650.00	1.020
14	700.00	1.130
15	750.00	1.216
16	800.00	1.300
17	850.00	1.402
18	900.00	1.500
19	950.00	1.580
20	1,000.00	1.640
21	1,040.00	1.750
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 84

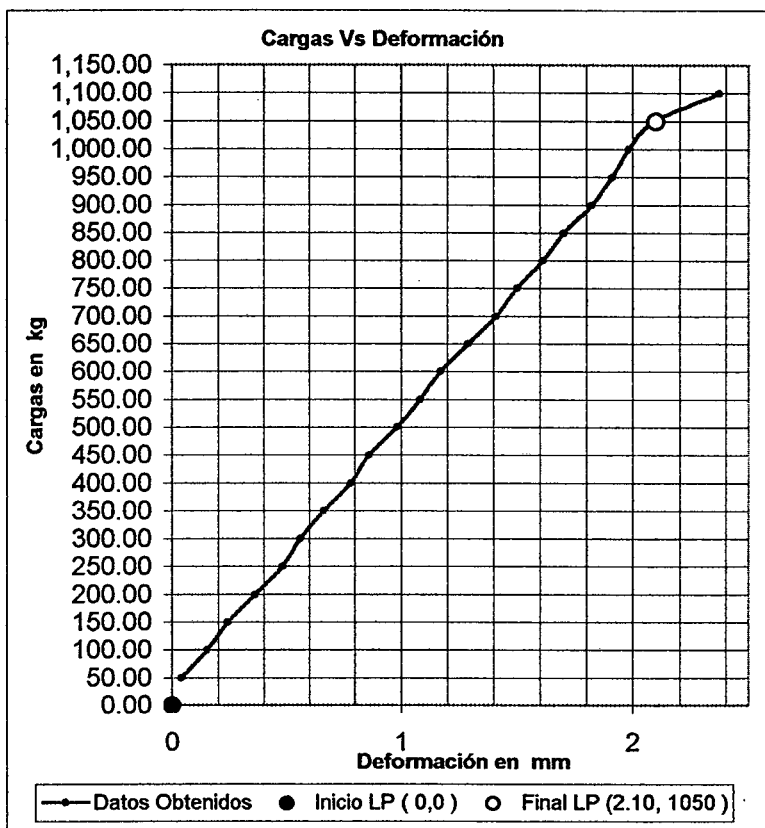
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 18

Area Red. Trans.	=	0.437 cm2	Ancho (b cm)	=	0.920	Espesor (a cm)=	0.475
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =	500.00 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	44.56 %	Carga de Rotura (P)	=	1,100.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=	1,050.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.40 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=	2.10 mm		
Densidad básica	=	0.83 gr/cm3	Mód. de elast. (ME)	=	57,208.24 kg/cm2		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=	2,517.16 kg/cm2		

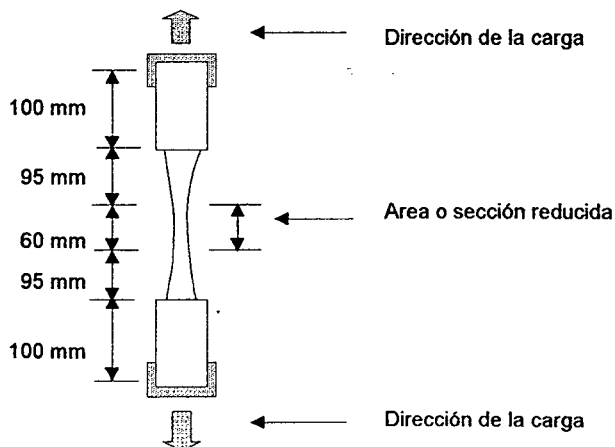
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.040
2	100.00	0.150
3	150.00	0.240
4	200.00	0.360
5	250.00	0.480
6	300.00	0.560
7	350.00	0.660
8	400.00	0.780
9	450.00	0.860
10	500.00	0.980
11	550.00	1.080
12	600.00	1.170
13	650.00	1.290
14	700.00	1.410
15	750.00	1.500
16	800.00	1.610
17	850.00	1.700
18	900.00	1.820
19	950.00	1.910
20	1,000.00	1.980
21	1,050.00	2.090
22	1,100.00	2.370



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 85

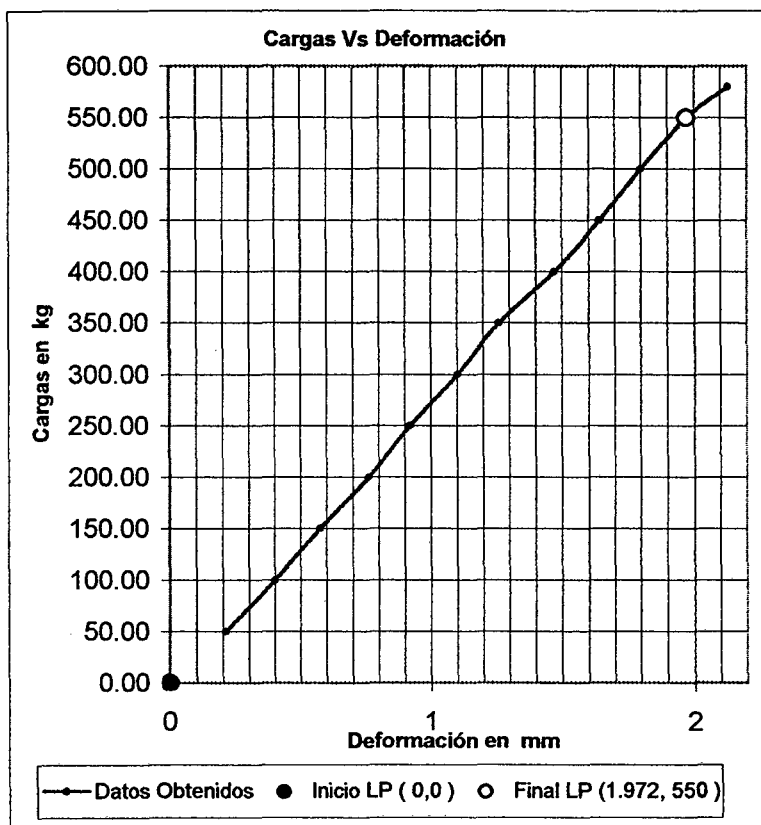
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 085

Probeta N° 19

Area Red. Trans.	=	0.388 cm ²	Ancho (b cm)	=	1.020	Espesor (a cm)	=	0.380
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		278.90 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.18 %	Carga de Rotura (P)	=		580.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		550.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	2.25 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.972 mm		
Densidad básica	=	0.84 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		35,978.41 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		1,496.39 kg/cm ²		

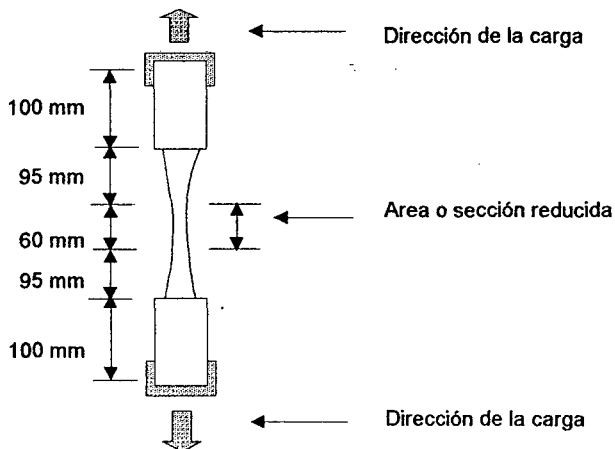
No Lect	Carga (kg)	Deform mm
1	50.00	0.210
2	100.00	0.400
3	150.00	0.574
4	200.00	0.760
5	250.00	0.921
6	300.00	1.100
7	350.00	1.261
8	400.00	1.470
9	450.00	1.642
10	500.00	1.800
11	550.00	1.972
12	580.00	2.130
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P/(a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L)/(a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X)/Y)$$



Cuadro N° 86

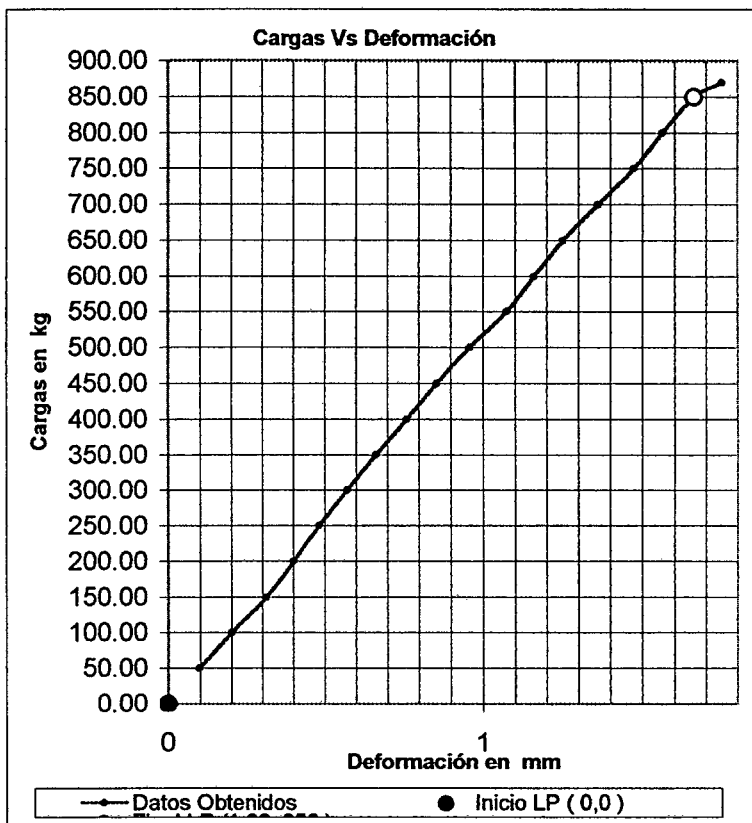
ENSAYO A LA TRACCIÓN PARALELA EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251.085

Probeta N° 20

Area Red. Trans.	=	0.388 cm ²	Ancho (b cm)	=	0.835	Espesor (a cm)	=	0.465
Long. entre abraz.	=	5.00 cm	Ec. de la recta (kg)	y =		512.05 X (en mm)		
Cont. de humedad	=	49.72 %	Carga de Rotura (P)	=		870.00 kg		
Temp. de laborat.	=	21.00 °C	Carga al Lim. Prop. (P1)	=		850.00 kg		
Tiempo de ensayo	=	1.85 min.	Def. al Lim. Prop. (Y)	=		1.66 mm		
Densidad básica	=	0.85 gr/cm ³	Mód. de elast. (ME)	=		65,938.86 kg/cm ²		
Humedad relativa	=	77.00 %	Módulo de Rotura (MOR)	=		2,240.68 kg/cm ²		

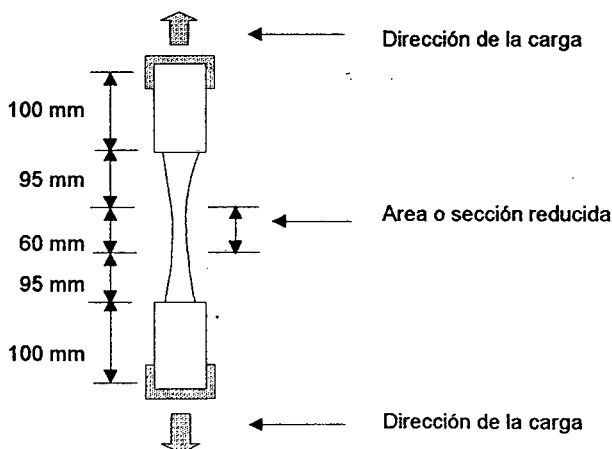
No. Lect.	Carga (kg)	Deform. mm
1	50.00	0.097
2	100.00	0.200
3	150.00	0.312
4	200.00	0.400
5	250.00	0.480
6	300.00	0.570
7	350.00	0.662
8	400.00	0.760
9	450.00	0.856
10	500.00	0.960
11	550.00	1.073
12	600.00	1.160
13	650.00	1.250
14	700.00	1.360
15	750.00	1.473
16	800.00	1.560
17	850.00	1.660
18	870.00	1.750
19		
20		
21		
22		



$$MOR = (P / (a \times b))$$

$$ME = ((P1 \times L) / (a \times b \times Y))$$

$$y = ((P1 \times X) / Y)$$



Cuadro N° 87

ENSAYO AL CORTE PARALELO AL GRANO O CIZALLAMIENTO EN ESTADO VERDE

NORMA ITINTEC 251. 013

Temperatura de laboratorio = 21.00 °C

Humedad relativa = 77.00 %

Prueba	Dimensiones cm		Area cm ² b x h	Carga P kg	MOR = P/A kg/cm ²	Contenido de Humedad %
	b	h				
1	4.945	5.030	24.873	3,240.00	130.26	50.48
2	5.000	5.040	25.200	3,290.00	130.56	43.40
3	5.000	5.065	25.325	3,350.00	132.28	42.70
4	4.910	5.040	24.746	3,250.00	131.33	50.06
5	5.000	5.045	25.225	3,550.00	140.73	52.63
6	4.950	5.060	25.047	3,340.00	133.35	42.75
7	4.955	5.030	24.924	3,100.00	124.38	53.78
8	5.000	5.045	25.225	3,140.00	124.48	50.68
9	4.925	5.045	24.847	3,070.00	123.56	50.03
10	4.985	5.050	25.174	3,500.00	139.03	50.63
11	4.995	5.050	25.225	3,060.00	121.31	53.34
12	4.995	5.025	25.100	3,450.00	137.45	48.53
13	5.040	5.000	25.200	3,350.00	132.94	50.34
14	4.995	5.035	25.150	3,070.00	122.07	51.89
15	4.975	5.045	25.099	3,450.00	137.46	53.87
16	4.990	5.030	25.100	3,250.00	129.48	50.48
17	4.990	5.035	25.125	3,300.00	131.35	53.71
18	4.990	5.075	25.324	3,120.00	123.20	47.12
19	4.940	5.010	24.749	3,450.00	139.40	49.24
20	4.990	5.060	25.249	3,500.00	138.62	53.36

ENSAYO DE DUREZA**EN ESTADO VERDE**

NORMA AFNOR B51 - 013

$$t = 15 - 0.50 \times (900 - L^2)^{(0.5)}$$

$$N = 1/t$$

$$\text{Dureza (D)} = F / (\text{area plana de contacto}) = F / (\pi \times (11.28 \times L/100 - (L/10)^2))$$

Probeta	Dimensiones cm			Pesos g		Contenido Humedad %	Densidad g/cm ³	Penetración L mm	Falla F kg	Flecha de penetración t	Número de Dureza N	Cota de Dureza N/D ²	Dureza kg/cm ²
	Espesor	Ancho	Longitud	Verde	Seco								
1	2.050	2.055	6.190	31.50	20.50	53.66	1.21	2.90	980.00	0.07	14.24	9.76	1,283.61
2	2.035	2.030	6.175	33.10	22.10	49.77	1.30	2.80	880.00	0.07	15.27	9.07	1,179.72
3	2.060	2.065	6.150	29.50	19.90	48.24	1.13	2.90	1,000.00	0.07	14.24	11.20	1,309.81
4	2.045	2.045	6.165	29.10	19.70	47.72	1.13	3.20	900.00	0.09	11.69	9.17	1,107.98
5	2.015	2.015	6.150	28.20	18.60	51.61	1.13	3.20	1,300.00	0.09	11.69	9.16	1,600.41
6	2.050	2.050	6.165	28.80	18.90	52.38	1.11	3.25	1,000.00	0.09	11.33	9.17	1,219.69
7	2.075	2.070	6.150	32.40	21.50	50.70	1.23	2.90	840.00	0.07	14.24	9.46	1,100.24
8	2.025	2.025	6.165	32.50	21.50	51.16	1.29	2.80	990.00	0.07	15.27	9.24	1,327.18
9	2.040	2.040	6.130	30.80	20.10	53.23	1.21	2.80	850.00	0.07	15.27	10.48	1,139.50
10	2.040	2.040	6.130	30.80	20.10	53.23	1.21	2.95	990.00	0.07	13.76	9.44	1,282.38
11	2.060	2.050	6.165	32.30	21.00	53.81	1.24	2.85	880.00	0.07	14.74	9.58	1,165.90
12	2.010	2.015	6.130	31.40	21.10	48.82	1.26	2.85	1,000.00	0.07	14.74	9.22	1,324.88
13	2.075	2.075	6.160	31.40	20.70	51.69	1.18	3.00	1,100.00	0.08	13.30	9.49	1,409.58
14	2.000	2.000	6.165	26.90	17.60	52.84	1.09	3.20	970.00	0.09	11.69	9.82	1,194.15
15	2.025	2.025	6.175	31.00	20.30	52.71	1.22	2.90	900.00	0.07	14.24	9.50	1,178.83
16	2.030	2.030	6.165	29.00	18.90	53.44	1.14	3.00	880.00	0.08	13.30	10.21	1,127.67
17	2.020	2.015	6.010	31.00	21.00	47.62	1.27	2.85	980.00	0.07	14.74	9.18	1,298.39
18	2.040	2.040	6.175	32.20	21.40	50.47	1.25	2.90	940.00	0.07	14.24	9.07	1,231.22
19	2.075	2.075	6.160	32.40	21.10	53.55	1.22	2.95	1,110.00	0.07	13.76	9.22	1,437.83
20	2.020	2.020	6.180	30.50	20.10	51.74	1.21	2.95	945.00	0.07	13.76	9.40	1,224.09

Cuadro N° 89

**ENSAYO A LA FLEXION DINÁMICA
EN ESTADO VERDE**

NORMA AFNOR B51 - 009

$$K = W / (((b \times h)^{(10/6)}))$$

Luz de probetas al momento del ensayo = 24.00 cm

Prueba	Dimensiones en cm			Pesos (gr)		Contenido	Densidad	Falla	Coefficiente	Corr.
	Ancho (b)	Espeor (h)	Longitud	P. Verde	P. Seco	Humedad %	de ensayo D g/cm ³	W kg-m	de energia k	Dinamica k/D
1	2.005	2.020	29.985	137.40	90.30	52.16	1.13	9.85	1.52	1.19
2	2.035	2.015	29.950	138.20	91.40	51.20	1.13	9.40	1.44	1.14
3	2.012	2.025	29.995	138.60	92.00	50.65	1.13	7.32	1.12	0.87
4	2.025	2.045	29.965	134.40	92.30	45.61	1.08	9.55	1.43	1.22
5	2.010	2.100	29.980	139.00	93.20	49.14	1.10	7.35	1.06	0.88
6	2.025	2.015	29.935	136.80	90.50	51.16	1.12	7.00	1.08	0.86
7	2.025	2.015	29.965	137.70	91.40	50.66	1.13	7.12	1.09	0.86
8	2.015	2.035	29.975	141.80	94.40	50.21	1.15	9.52	1.45	1.09
9	2.035	2.035	29.940	142.10	94.30	50.69	1.15	9.42	1.42	1.08
10	2.025	2.065	29.960	140.00	94.20	48.62	1.12	7.40	1.09	0.87
11	2.040	2.055	29.960	139.20	93.00	49.68	1.11	8.55	1.26	1.03
12	2.035	2.015	29.935	136.30	91.00	49.78	1.11	7.75	1.18	0.96
13	2.025	2.020	29.975	137.90	92.60	48.92	1.12	7.50	1.15	0.91
14	2.035	2.010	29.945	136.80	92.20	48.37	1.12	8.00	1.23	0.99
15	2.035	2.060	29.900	141.40	95.20	48.53	1.13	9.92	1.46	1.15
16	2.025	2.035	29.990	135.90	92.00	47.72	1.10	7.42	1.12	0.93
17	2.035	2.025	29.940	139.70	92.10	51.68	1.13	7.25	1.10	0.86
18	2.065	2.045	29.965	142.30	94.30	50.90	1.12	8.45	1.24	0.98
19	1.985	2.010	29.975	134.40	93.20	44.21	1.12	7.80	1.23	0.97
20	2.035	2.035	29.940	136.10	91.60	48.58	1.10	9.42	1.42	1.18

4.2 Procesamiento de resultados

4.2.1 Generalidades

Ya realizados los ensayos en laboratorio y procesado individualmente, se procederá a tratarlos en grupos de 20 de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas que se desea conocer.

4.2.2 Procesamiento de resultados

4.2.2.1 Propiedades físicas

Cuadro Nº 90

RESUMEN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD

NORMA ITINTEC 251.010

Probeta	Contenido de Humedad Verde (%)	Contenido de Hum. Ambiente (%)
1	53.14	12.54
2	52.96	12.50
3	53.47	12.21
4	52.96	11.84
5	53.64	12.58
6	50.62	11.73
7	51.09	12.15
8	53.23	11.61
9	52.38	12.38
10	53.07	12.62
11	51.88	12.50
12	52.08	12.78
13	51.57	12.58
14	51.89	12.89
15	52.37	11.04
16	53.09	12.70
17	53.42	11.73
18	53.23	12.26
19	53.44	12.46
20	53.80	12.21
Promedio	52.67	12.27
Desv. Standard	0.889	0.465
C. V. (%)	1.689	3.791

Del cuadro Resumen de contenidos de Humedades se puede decir que:

Contenido de Humedad verde = 52.67%

Contenido de Humedad al medio Ambiente = 12.27%

Cuadro N° 91

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DENSIDADES

NORMA ITINTEC 251.011

Probeta	Densidad Saturada PS/VS gr/cm ³	Densidad Básica PA/VS gr/cm ³	Densidad Medio Ambiente Pma/Vma gr/cm ³	Densidad Anhidra PA/VA gr/cm ³
1	1.290	0.860	1.050	1.032
2	1.267	0.831	1.013	0.998
3	1.280	0.845	1.030	1.013
4	1.290	0.853	1.043	1.023
5	1.262	0.837	1.024	1.010
6	1.267	0.834	1.017	1.003
7	1.259	0.839	1.023	1.008
8	1.272	0.855	1.046	1.034
9	1.294	0.858	1.051	1.032
10	1.289	0.850	1.040	1.027
11	1.322	0.889	1.085	1.050
12	1.296	0.865	1.066	1.039
13	1.294	0.861	1.047	1.034
14	1.300	0.860	1.052	1.028
15	1.297	0.874	1.071	1.035
16	1.248	0.825	1.009	0.991
17	1.298	0.866	1.056	1.036
18	1.256	0.846	1.033	1.015
19	1.267	0.854	1.044	1.030
20	1.263	0.841	1.027	1.009
Promedio	1.281	0.852	1.041	1.022
D. Standard	0.019	0.016	0.020	0.016
C.V. (%)	1.491	1.821	1.900	1.520

Del cuadro Resumen de Densidades se puede decir que:

Densidad saturada = 1.281gr/cm³

Densidad básica = 0.852gr/cm³

Densidad al medio ambiente = 1.041gr/cm³

Densidad anhidra = 1.022gr/cm³

Cuadro N° 92

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONTRACCIÓN DEL ESTADO SATURADO AL MEDIO AMBIENTE

NORMA ITINTEC 251.012

Probeta	Contracción tangencial normal Cm	Contracción radial normal Cm	Contracción longitudinal normal Cm	Contracción volumétrica normal Cm	Relación T/R Cm/Cm
1	6.15	2.03	0.00	8.18	3.03
2	6.15	1.98	0.10	8.23	3.10
3	6.04	1.98	0.00	8.02	3.05
4	6.04	1.98	0.05	8.07	3.05
5	5.95	1.97	0.00	7.92	3.03
6	6.16	1.99	0.05	8.20	3.10
7	6.00	2.01	0.00	8.01	2.99
8	6.20	2.01	0.05	8.26	3.08
9	6.11	2.00	0.05	8.16	3.06
10	5.95	1.95	0.05	7.95	3.06
11	6.19	1.81	0.05	8.05	3.42
12	5.95	1.99	0.00	7.95	2.99
13	6.02	2.01	0.00	8.02	3.00
14	5.98	1.78	0.05	7.81	3.36
15	6.02	1.79	0.00	7.81	3.36
16	6.02	1.77	0.00	7.79	3.40
17	6.04	2.00	0.05	8.09	3.02
18	6.04	2.00	0.05	8.09	3.02
19	6.21	1.80	0.05	8.06	3.45
20	6.17	1.97	0.05	8.19	3.13
Promedio	6.07	1.94	0.03	8.04	3.14
Desv. Standard	0.09	0.09	0.03	0.14	0.16
C.V. (%)	1.45	4.68	90.33	1.74	5.13

Del cuadro resumen de los ensayos de contracción del estado verde al anhidro, se puede decir que:

Contracción volumétrica normal (Saturado al medio ambiente) = 8.04%

Relación de contracc. tang. y rad. (Saturado al medio ambiente) = 3.14

Cuadro N° 93

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONTRACCIÓN DEL ESTADO SATURADO AL ANHIDRO

NORMA ITINTEC 251.012

Prueba	Contracción tangencial total Cm	Contracción radial total Cm	Contracción longitudinal total Cm	Contracción volumétrica total Cm	Relación T.R. Cm/Cm
1	12.91	4.26	0.10	17.27	3.03
2	12.70	6.14	0.05	18.89	2.07
3	10.21	5.35	0.15	15.70	1.91
4	12.71	5.74	0.15	18.60	2.21
5	10.47	6.10	0.10	16.67	1.72
6	10.47	6.76	0.05	17.28	1.55
7	10.35	4.82	0.10	15.27	2.15
8	11.36	3.42	0.15	14.93	3.32
9	9.16	5.79	0.10	15.05	1.58
10	11.70	6.81	0.05	18.56	1.72
11	12.58	4.83	0.10	17.51	2.60
12	11.50	3.98	0.10	15.58	2.89
13	9.75	8.23	0.20	18.18	1.18
14	12.99	3.95	0.15	17.09	3.29
15	10.37	4.58	0.10	15.05	2.26
16	9.75	6.69	0.20	16.64	1.46
17	9.38	5.80	0.20	15.37	1.62
18	9.58	5.00	0.10	14.68	1.92
19	12.22	6.20	0.20	18.61	1.97
20	10.91	6.90	0.15	17.96	1.58
Promedio	11.05	5.57	0.12	16.74	2.10
Desv. Standard	1.28	1.22	0.05	1.44	0.62
C.V. (%)	11.62	21.86	39.98	8.61	29.67

Del cuadro resumen de los ensayos de contracción del estado verde al anhidro, se puede decir que:

Contracción volumétrica total (Saturado al anhidro) = 16.74%

Relación de contracción tangencial y radial (Saturado al anhidro) = 2.10

4.2.2.2 Propiedades mecánicas

Para los calculos de esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad se tendrá en cuenta lo indicado en 3.3, en donde indica los métodos de diseño:

Teniendose en cuenta finalmente los valores para esfuerzos admisibles lo - indicado en 3.3.1 y para el módulo de elasticidad lo indicado en 3.3.2

Cuadro N° 94

RESUMEN DE LOS ENSAYOS A LA FLEXIÓN ESTÁTICA

NORMA ITINTEC 251.017

No Probeta	Esfuerzo al Lim. Prop.	Módulo de Elasticidad	Módulo de Rotura
1	868.34	143,552.12	1,154.90
2	897.83	134,660.20	1,292.52
3	930.09	123,256.76	1,382.09
4	900.78	128,839.37	1,381.20
5	966.87	146,048.56	1,283.30
6	861.36	144,127.77	1,240.35
7	925.85	128,919.39	1,123.65
8	860.49	148,673.73	1,221.90
9	856.17	140,826.14	1,275.69
10	766.71	143,591.58	1,158.59
11	839.17	149,989.53	1,359.45
12	926.78	146,401.15	1,272.21
13	857.89	126,442.46	1,046.63
14	866.59	153,733.77	1,256.55
15	940.86	135,207.11	1,334.31
16	954.21	138,581.72	1,171.08
17	946.56	155,381.98	1,428.45
18	1,019.18	148,054.69	1,350.41
19	848.46	144,338.77	1,382.98
20	998.98	144,603.60	1,431.87
Promedio	901.66	141,261.52	1,277.41
Desv. Standard	60.91	9,058.55	106.96
C.V	6.75	6.41	8.37
Datos al (5 %)	766.71	123,256.76	1,046.63

Así el esfuerzo admisible a la flexión (fm), será:

$$\text{Esf. Adm.}(0.05) = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 1046.63 = \mathbf{328.00 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\text{F.C.} = 0.80$$

$$\text{F.T.} = 0.90$$

$$\text{F.S.} = 2.00$$

$$\text{F.D.C.} = 1.15$$

$$\text{Esf. Adm.}(Prom) = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 1277.41 = \mathbf{400.00 \text{ kg/cm}^2}$$

Calculamos el intervalo de confiabilidad al 95%

$$\begin{aligned} \bar{X} - 1.96 \times \frac{\text{SD (Rotura)}}{\sqrt{n}} &\leq 1,277.41 \leq \bar{X} + 1.96 \times \frac{\text{SD (Rotura)}}{\sqrt{n}} \\ 1,231.00 &\leq 1,277.41 \leq 1324.00 \end{aligned}$$

Módulo de elasticidad promedio= **151,150.00 kg/cm²**

Módulo de elasticidad (0.05) = **131,885.00 kg/cm²**

A los módulos de elasticidad se les incremento el 7% que representa la influencia de la deformación por corte en la deformación total de las probetas.

Cuadro N° 95

RESUMEN DE LOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA

NORMA ITINTEC 251.014

Nº Probeta	Modulo de Elasticidad	Modulo de Ruptura
1	108,527.32	636.29
2	88,314.26	555.44
3	95,080.70	560.48
4	91,898.12	637.53
5	95,627.13	584.84
6	100,096.08	663.06
7	102,522.39	563.25
8	88,595.45	514.20
9	83,970.41	522.78
10	86,323.37	556.78
11	108,302.68	585.92
12	88,791.87	588.46
13	89,610.30	531.64
14	100,904.79	538.84
15	93,038.02	555.12
16	97,304.31	565.33
17	73,842.56	530.35
18	97,481.38	553.17
19	85,901.57	555.20
20	87,661.41	587.41
Promedio	93,189.71	569.30
Desv. Standard	8,496.70	39.30
C.V	9.12	6.90
Datos a (5 %)	83,970.41	514.20

Así el esfuerzo admisible a la compresión paralela (fc), será:

$$\text{Esf. Adm.}(0.05) = \frac{1.00 \times 1.00}{1.60 \times 1.25} \times 514.20 = 257.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{lcl} \text{F.C. y F.T.} & = & 1.00 \\ \text{F.S.} & = & 1.60 \\ \text{F.D.C.} & = & 1.25 \end{array}$$

$$\text{Esf. Adm.}(Prom) = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 569.30 = 285.00 \text{ kg/cm}^2$$

Calculamos el intervalo de confiabilidad al 95%

$$\begin{array}{rcccl} \bar{X} - 1.96 \times \frac{\text{SD (Rotura)}}{\sqrt{n}} & \leq & 569.30 & & \leq \bar{X} + 1.96 \times \frac{\text{SD (Rotura)}}{\sqrt{n}} \\ 552.00 & \leq & 569.30 & & \leq 587.00 \end{array}$$

Cuadro Nº 96

RESUMEN DE LOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA

NORMA ITINTEC 251. 16

Nº Probeta	Esfuerzo al Lím. Proporcional	Modulo de Rotura
1	81.21	163.24
2	103.49	159.37
3	76.60	132.78
4	94.87	148.84
5	141.84	182.37
6	105.53	183.61
7	91.65	182.08
8	81.46	154.78
9	81.79	157.45
10	102.66	184.78
11	92.68	175.06
12	92.30	164.08
13	124.58	186.88
14	82.46	157.50
15	90.82	169.53
16	113.27	177.94
17	113.29	173.84
18	112.58	173.99
19	91.19	172.24
20	82.37	164.74
Promedio	97.83	168.26
Desv. Standard	16.84	13.86
C.V	17.21	8.24
Datos al (5 %)	76.60	132.78

Así el esfuerzo admisible a la compresión perpendicular ($f_{c\perp}$), será:

$$\text{Esf. Adm.}(0.05) = \frac{1.00 \times 1.00}{1.00 \times 1.60} \times 76.60 = 48.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{lcl} \text{F.C, F.T, F.D.C.} & = & 1.00 \\ \text{F.S.} & = & 1.60 \end{array}$$

$$\text{Esf. Adm.}(Prom) = \frac{1.00 \times 1.00}{1.00 \times 1.60} \times 97.83 = 61.00 \text{ kg/cm}^2$$

Calculamos el intervalo de confiabilidad al 95%.

$$\begin{array}{rcccl} \overline{X} - 1.96 \times \frac{SD(ELP)}{\sqrt{n}} & \leq & 97.83 \leq \overline{X} + 1.96 \times \frac{SD(ELP)}{\sqrt{n}} \\ 90.45 & \leq & 97.83 & & 105.21 \end{array}$$

Cuadro N° 97

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA

NORMA ITINTEC 251. 085

No. Prueba	Modulo de Elasticidad	Modulo de Rotura
1	42,189.26	2,723.21
2	39,220.08	1,340.21
3	66,595.14	2,569.54
4	46,094.13	2,333.33
5	37,623.78	1,608.15
6	62,325.49	1,413.04
7	24,701.30	1,174.72
8	37,723.32	1,452.60
9	24,312.59	2,057.61
10	26,479.89	1,395.87
11	72,805.49	2,051.87
12	42,316.85	1,798.47
13	55,500.06	1,704.96
14	55,020.15	1,853.31
15	57,206.86	1,965.51
16	75,251.34	1,926.43
17	65,249.45	2,225.79
18	57,208.24	2,517.16
19	35,978.41	1,496.39
20	65,938.86	2,240.68
Promedio	49,487.03	1,892.44
Desv. Standard	15,945.26	447.10
C.V	32.22	23.63
Tracción al(5 %).	24,312.59	1,174.72

Así el esfuerzo admisible a la tracción paralela a la fibra (ft), será:

$$\text{Esf. Adm.}(0.05) = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 1174.72 = 327.00 \text{ kg/cm}^2$$

F.C.	=	0.80
F.T.	=	0.90
F.C.	=	2.00
F.C.	=	1.15

Cuadro N° 98

**RESUMEN DE LOS ENSAYOS AL
CORTE PARALELO AL GRANO O CIZALLAMIENTO**

NORMA TÉCNICA PERUANA 251. 013

Prueba	MOR = (P/A) kg/cm ²	Contenido de Humedad %
1	130.26	50.48
2	130.56	43.40
3	132.28	42.70
4	131.33	50.06
5	140.73	52.63
6	133.35	42.75
7	124.38	53.78
8	124.48	50.68
9	123.56	50.03
10	139.03	50.63
11	121.31	53.34
12	137.45	48.53
13	132.94	50.34
14	122.07	51.89
15	137.46	53.87
16	129.48	50.48
17	131.35	53.71
18	123.20	47.12
19	139.40	49.24
20	138.62	53.36
Promedio	131.16	49.95
Desv. Standard	6.329	3.538
C.V. (%)	4.825	7.083
Cizallam.(5 %)	121.31	

Así el esfuerzo admisible al corte paralelo a la fibra (fv), será:

$$\text{Esf. Adm.}(0.05) = \frac{1.00 \times 1.00}{1.00 \times 4.00} \times 121.31 = 30.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{F.C, F.T, F.D.C} &= 1.00 \\ \text{F.S} &= 4.00 \end{aligned}$$

Calculamos el intervalo de confiabilidad al 95%

$$\bar{X} - 1.96 \times \frac{SD (Rotura)}{\sqrt{n}} \leq 131.16 \leq \bar{X} + 1.96 \times \frac{SD (Rotura)}{\sqrt{n}}$$

$$128.38 \leq 131.16 \leq 133.93$$

Cuadro N° 99

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA FLEXIÓN DINÁMICA

NORMA AFNOR B51 - 009

Prueba	Palla W kg-m	Cota Dinámica K/D	Contenido Humedad %
1	9.85	1.19	52.16
2	9.40	1.14	51.20
3	7.32	0.87	50.65
4	9.55	1.22	45.61
5	7.35	0.88	49.14
6	7.00	0.86	51.16
7	7.12	0.86	50.66
8	9.52	1.09	50.21
9	9.42	1.08	50.69
10	7.40	0.87	48.62
11	8.55	1.03	49.68
12	7.75	0.96	49.78
13	7.50	0.91	48.92
14	8.00	0.99	48.37
15	9.92	1.15	48.53
16	7.42	0.93	47.72
17	7.25	0.86	51.68
18	8.45	0.98	50.90
19	7.80	0.97	44.21
20	9.42	1.18	48.58
Promedio	8.30	1.00	49.42
D. Standard	1.05	0.13	1.98
C.V. (%)	12.61	12.50	4.01
Datos al (5%)	7.00	0.86	

De donde Flexión dinámica al 5 % de exclusión = 7.00 kg-m

Cota dinámica al 5 % de exclusión = 0.86

Cuadro N° 100

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA DUREZA

NORMA AFNOR B51 - 013

Probeta	Contenido Humedad %	Cota de Dureza N/D ⁵¹	Dureza kg/cm ²
1	53.66	9.76	1,283.61
2	49.77	9.07	1,179.72
3	48.24	11.20	1,309.81
4	47.72	9.17	1,107.98
5	51.61	9.16	1,600.41
6	52.38	9.17	1,219.69
7	50.70	9.46	1,100.24
8	51.16	9.24	1,327.18
9	53.23	10.48	1,139.50
10	53.23	9.44	1,282.38
11	53.81	9.58	1,165.90
12	48.82	9.22	1,324.88
13	51.69	9.49	1,409.58
14	52.84	9.82	1,194.15
15	52.71	9.50	1,178.83
16	53.44	10.21	1,127.67
17	47.62	9.18	1,298.39
18	50.47	9.07	1,231.22
19	53.55	9.22	1,437.83
20	51.74	9.40	1,224.09
Promedio	51.42	9.54	1,257.15
D. Standard	2.05	0.54	124.41
C.V. (%)	3.99	5.65	9.90
Dureza al (5%)		9.07	1,100.24

De donde Dureza al 5 % de exclusión = 1,100.24 kg/cm²

Cota de Dureza al 5 % de exclusión = 9.07

Capítulo V **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Después de haber obtenido los resultados en los cuadros del 90 al 100, y con el apoyo de los métodos de agrupación propuestos en el capítulo III, ya podemos realizar el análisis y discusión respectivo de las propiedades físicas y mecánicas.

5.1 **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS**

5.1.1 DENSIDAD BÁSICA.- Después de haber obtenido el valor para la densidad básica al cual le corresponde a un valor promedio de **0.852 g/cm³** y tomando en cuenta los criterios mencionados en la Tabla 2, la madera Quinilla colorada se ubica en el Grupo A, al tener una densidad ≥ 0.71 g/cm³.

Al mismo tiempo si tenemos en cuenta los criterios de agrupación propuestos en la Tabla 5, podemos decir que la Quinilla colorada es una madera de densidad básica muy alta, pues supera los 0.75 g/cm³.

5.1.2 CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA.- Si tenemos en cuenta los criterios de agrupación tomados en la Tabla 5, podemos darnos cuenta que la madera Quinilla colorada, sufre una contracción volumétrica total muy alta, pues supera el 15%.

5.2 **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS**

Para realizar el análisis para el modulo de elasticidad se tomará en cuenta el módulo correspondiente a la flexión estática.

5.2.1 MÓDULO DE ELASTICIDAD (E_{0.05} y E_{Promedio}).- Para el módulo de elasticidad obtenido con un limite de exclusión del 5%, al cual se le incremento un 7 % por no considerarse las deformaciones por corte, le corresponde un valor de E_{0.05} igual a **131,885 kg/cm²**, siendo este valor mucho mayor al que se menciona en la Tabla 3, (E_{mínimo} = 95,000 kg/cm²),

lo que lo ubica en el Grupo A, de la misma manera al módulo de elasticidad promedio, E_{promedio} le corresponde un valor de **151,150 kg/cm²**, que supera a lo mencionado en la Tabla 3, ($E_{\text{promedio}} = 130,000 \text{ kg/cm}^2$), ubicándose nuevamente en el Grupo A.

5.2.2 FLEXIÓN ESTÁTICA (f_m).- Teniendo en cuenta el esfuerzo admisible, obtenido del módulo de rotura a la flexión estática, al cual le corresponde un valor de **328.00 kg/cm²**, valor que supera al cual se menciona en la Tabla 4, que indica como valor mínimo a 210 kg/cm², para ubicarlo en el Grupo A.

La madera Quinilla colorada alcanza un módulo de rotura a la flexión de **1,046.63 kg/cm²**, si lo agrupamos de acuerdo al cuadro mencionado en la Tabla 5, este supera los 1,000.00 kg/cm², lo que indica que es una madera de modulo a la rotura en flexión muy alta.

Es necesario mencionar con respecto al ejemplo de aplicación y comparación propuesto en el **Anexo 1**, que deberá tomarse como referencia al esfuerzo admisible a la flexión estática, para consideraciones de diseño estructural, debido a que los elementos que trabajan a estas sollicitaciones son los elementos mas críticos a ser diseñados.

5.2.3 TRACCIÓN PARALELA A LAS FIBRAS (f_t).- Teniendo en cuenta el esfuerzo admisible, obtenido del módulo de rotura a la tracción paralela a la fibra, al cual le corresponde un valor de **327.00 kg/cm²**, valor que supera al cual se menciona en la Tabla 4, que indica como valor mínimo a 145 kg/cm², para ubicarlo en el Grupo A.

Los ensayos a tracción paralela a las fibras son difícilmente realizables; la resistencia a la tracción es en efecto muy elevada, sobrepasando con frecuencia el doble de la resistencia a la compresión, estando la probeta sometida en la maquina de tracción por sus extremidades, por medio de agarraderas especiales, es preciso tener particular cuidado para evitar el

aplastamiento de estas extremidades o la rotura prematura por cizallamiento o arrancamiento a nivel de las ataduras.

En razón de las dificultades de su realización no es utilizado para la calificación de las maderas, razón por la cual no se pudo encontrar datos referentes a estas propiedades para su comparación.

5.2.4 COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS (f_{cl}) .- Teniendo en cuenta el esfuerzo admisible, obtenido del módulo de rotura a la compresión paralela a las fibras, al cual le corresponde un valor de **257.00 kg/cm²**, valor que supera al cual se menciona en la Tabla 4, que indica como valor mínimo a 145 kg/cm², para ubicarlo en el Grupo A.

La madera Quinilla colorada alcanza un módulo de rotura a la compresión paralela a las fibras de **514.20 kg/cm²**, si lo agrupamos de acuerdo al cuadro mencionado en la Tabla 5, este supera los 480.00 kg/cm², lo que indica que es una madera de modulo a la rotura en compresión paralela a las fibras muy alta.

5.2.5 COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (f_{cl}) .- Teniendo en cuenta el esfuerzo admisible, obtenido del esfuerzo al límite proporcional a la compresión paralela a las fibras, al cual le corresponde un valor de **48.00 kg/cm²**, valor que supera al cual se menciona en la Tabla 4, que indica como valor mínimo a 40 kg/cm², para ubicarlo en el Grupo A.

La madera Quinilla colorada alcanza un esfuerzo al limite proporcional a la compresión perpendicular a las fibras de **132.78 kg/cm²**, si lo agrupamos de acuerdo al cuadro mencionado en la Tabla 5, este supera los 100.00 kg/cm², lo que indica que es una madera de esfuerzo al límite proporcional a la compresión perpendicular a las fibras muy alta.

5.2.6 CORTE PARALELO A LAS FIBRAS O CIZALLAMIENTO (f_v) .- Teniendo en cuenta el esfuerzo admisible, obtenido del esfuerzo a la rotura

al corte paralela a las fibras, al cual le corresponde un valor de **30.00 kg/cm²**, valor que supera al cual se menciona en la Tabla 4, que indica como valor mínimo a 15 kg/cm², para ubicarlo en el Grupo A.

La madera Quinilla colorada alcanza un esfuerzo al corte paralelo al as fibras de **121.31 kg/cm²**, si lo agrupamos de acuerdo al cuadro mencionado en la Tabla 5, este supera los 120.00 kg/cm², lo que indica que es una madera de esfuerzo al corte paralelo a las fibras muy alta.

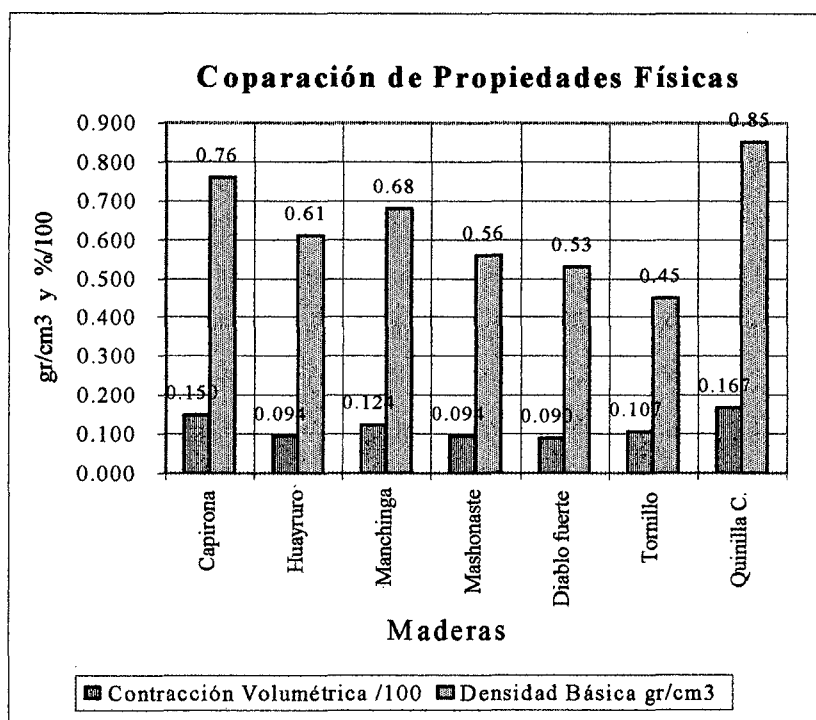
5.2.7 DUREZA (D_r).- Si observamos los resultados obtenidos en los ensayos, a la Quinilla colorada le corresponde un valor a la dureza igual a **1,100.24 kg/cm²** si lo comparamos con el método de agrupamiento indicado en la Tabla 5, observamos que posee una dureza muy alta pues supera el valor de 900 kg/cm². Del mismo modo si lo comparamos con lo propuesto en la Tabla 6, de acuerdo a la cota de dureza (N/D^2), a la cual le corresponde el valor de 9.07, es calificado como una madera fuerte pues supera el valor de 9, la cual puede ser usada en trabajos especiales.

5.2.8 FLEXIÓN DINÁMICA O IMPACTO (F_d).- Si observamos los resultados obtenidos en los ensayos, a la Quinilla colorada le corresponde un valor a la flexión dinámica igual a **7.00 kg-m**, Si lo comparamos con lo propuesto en la Tabla 7, de acuerdo a la cota dinámica (K/D^2), a la cual le corresponde el valor de 0.86, es calificado como una madera mediana, pues se encuentra entre el rango de 0.80 a 1.20, lo que nos da a conocer que esta madera puede ser empleada o sometida a choques.

5.3 GRÁFICOS COMPARATIVOS CON OTRAS MADERAS

A continuación se muestran unos gráficos comparativos de la madera Quinilla colorada con otras maderas conocidas de la región, lo cual nos dará una idea de la ubicación de la misma con respecto a estas maderas.

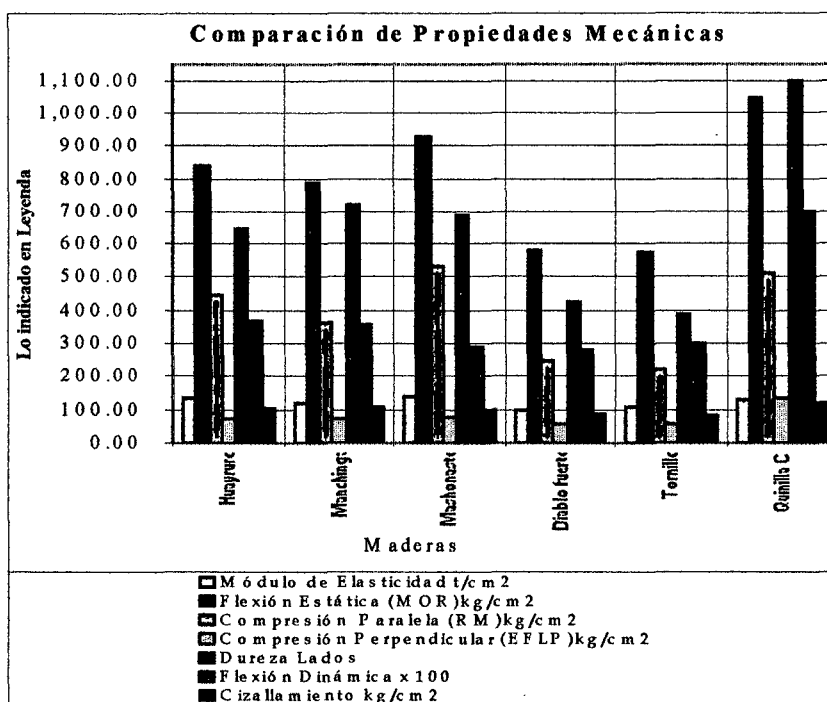
Gráfico 1



Fuente: Confederación Nacional de la madera (2).

Del cuadro de comparación de las propiedades físicas se puede observar que la madera Quinilla colorada posee una densidad muy alta con respecto a las otras, lo cual es un indicador muy bueno; sin embargo en lo que se refiere a la contracción volumétrica total es muy alta, lo que no resulta siendo una propiedad muy positiva.

Gráfico 2



Fuente: Confederación Nacional de la madera (2).

Del cuadro de comparación de las propiedades mecánicas se puede observar que la madera Quinilla colorada posee propiedades muy altas con respecto a las otras, lo cual es un indicador muy bueno.

NOTA: Se pudo observar durante el proceso de elaboración de probetas, que la madera Quinilla colorada tiene un buen comportamiento a la trabajabilidad (se refiere al buen acabado que presenta esta madera al ser aserrada, presentando las superficies muy parejas al ser cortadas), sin embargo es una madera que continuamente desafilas el disco de aserrar, lo que hace que habilitarla sea difícil.

5.4 RESULTADOS FINALES

Luego de haber realizado los análisis respectivos de las propiedades físicas y mecánicas, se puede decir que la madera Quinilla colorada pertenece al grupo “A”, de acuerdo a la clasificación estructural del PADT - REFORT, Junac; con el propósito de que los datos obtenidos en esta investigación se puedan ubicar y utilizar fácilmente, se presenta los resultados finales en dos cuadros, tomando en cuenta para la presentación, los modelos de las Tablas 2,3,4,5.

RESULTADOS FINALES

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS FINALES OBTENIDAS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA DE LA MADERA QUINILLA COLORADA DE PICOTA										
Propiedades físicas			Propiedades Mecánicas (kg/cm²)							
Densidad Básica g/cm ³	Contenido de humedad verde	Contracción Volumétrica %	Módulo de Elasticidad (EFLP)t/cm ²	Flexión Estática (MOR)kg/cm ²	Compresión Paralela (RM)kg/cm ²	Compresión Perpendicular (EFLP)kg/cm ²	Tracción Paralela (RM)kg/cm ²	Dureza Lados (RM)kg/cm ²	Flexión Dinámica kg - m	Cizallamiento kg/cm ²
0.85	52.67	16.70	131.80	1,046.00	514.20	132.78	1,174.72	1,100.24	7.00	121.31

ESFUERZOS ADMISIBLES FINALES OBTENIDOS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA DE LA MADERA QUINILLA COLORADA DE PICOTA							
Propiedades Mecánicas (kg/cm²)							
Módulo de Elasticidad E(0.05)t/cm ²	Flexión Estática (fm)kg/cm ²	Compresión Paralela (fc//)kg/cm ²	Compresión Perpendicular (fcL)kg/cm ²	Tracción Paralela (ft)kg/cm ²	Dureza Lados Dr(kg/cm ²)	Flexión Dinámica kg - m	Cizallamiento (fv)kg/cm ²
131.80	328.00	257.00	48.00	327.00	1,100.24	7.00	30.00

Capítulo VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La Quinilla colorada es una madera que tiene una densidad básica muy alta cuyo valor es igual a 0.852 gr/cm^3 .
- Con respecto a las contracciones, es una madera que al ser sometido a cambios de temperatura bruscos, se alabea, tuerce considerablemente y además se agrieta, pero al ambientarla adecuadamente no sufre deformaciones considerables, siendo la contracción volumétrica normal del estado saturado a seco al medio ambiente de 8.04%.
- Presenta un buen comportamiento al secado artificial siempre y cuando se lo haga progresivamente.
- Presenta una resistencia a los esfuerzos mecánicos muy alta, según se detalla en el Cuadro 101.
- Es una madera de excelente trabajabilidad (se refiere al buen acabado que tiene al ser aserrada y pulida) y moderadamente difícil de aserrar al momento de habilitar las probetas.
- De acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas en este estudio se le agrupara en el GRUPO “ A “ de acuerdo al PADT – REFORT.
- Después de haber realizado los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera Quinilla colorada se puede decir que la hipótesis planteada es aceptada, debido a que se la clasifico como una madera estructural.
- Para ser usada deberá considerarse como referencia de importancia el esfuerzo admisible a la flexión estática.

- Al realizar los ejemplos de aplicación y comparación, se puede observar que es mas probable obtener valores desfavorables al esfuerzo a la flexión estática; sin embargo los resultados con los valores obtenidos en esta investigación con respecto a la agrupación propuesta por el PADT - REFORT, Junac, nos muestra un incremento del 56.20% de mayor resistencia.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de esta madera debido a que es altamente resistente al ataque biológico; sin embargo deberá tenerse en cuenta que el tiempo de almacenamiento en el bosque debe ser prudencial.
- Se recomienda darle uso en construcciones que soportarán pesos considerables, piezas de puentes, cimientos, durmientes, postes de líneas aéreas, horcones, parquet, etc.
- Se recomienda hacer una investigación sobre la construcción de un módulo de vivienda, para que de esta forma se culmine en su totalidad esta investigación.
- Se recomienda hacer una investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera Quinilla Colorada a escala natural, para que de esta forma se la pueda clasificar definitivamente.
- Se recomienda programas de reforestación de esta madera, debido a que actualmente esta siendo explotada desmesuradamente, para la fabricación de parquet.
- Se recomienda utilizar guantes en el laboratorio para la ejecución de los ensayos físicos y mecánicos.
- Se recomienda tener bastante cuidado al diseñar los elementos que estén sometidos a cualquier tipo de flexión.

Bibliografía

- 1.- Clauss, ARTURO, Marmillad, DANIEL, Blaser, JURGEN, “Descripción Silvicultural de las Plantaciones”; Iquitos – Perú; 1992.
- 2.- Courtland Brown, NELSON. “LUMBER – La industria maderera”; Editorial Limusa; México; 1975.
- 3.- Confederación Nacional de la madera, “Compendio de Información Técnica de 32 Especies forestales”, Tomo II - Perú; 1996.
- 4.- Kroll, BENJAMÍN, Nairvarte, WALTER, Marmillad, DANIEL, “Árboles del Perú Especies Forestales de Dantas”, 1992.
- 5.- Malleux Ojeda, JORGE. “Inventarios forestales en bosques tropicales”; Lima – Perú; 1982.
- 6.- MINISTERIO DE AGRICULTURA, INIA, OMIT. “Manual de Identificación de Especies Forestales de la Sub Región Andina”; Lima 12 – Perú; 1996.
- 7.- Norma Técnica Peruana 251.001-89 MADERAS. Terminología.
- 8.- Norma Técnica Peruana 251.002-82 MADERAS. Identificación y Tecnología Nomenclatura de Maderas Comerciales Panamericanas.
- 9.- Norma Técnica Peruana 251.008-80 MADERAS. Selección y Colección de Muestras.
- 10.- Norma Técnica Peruana 251.009-80 MADERAS. Acondicionamiento de las Maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos.

- 11.- Norma Técnica Peruana 251.010-80 MADERAS. Método de Determinación del Contenido de Humedad.
- 12.- Norma Técnica Peruana 251.011-80 MADERAS. Método de Determinación de la Densidad.
- 13.- Norma Técnica Peruana 251.012-80 MADERAS. Método de Determinación de Contracción.
- 14.- Norma Técnica Peruana 251.013-80 MADERAS. Método de Determinación de Cizallamiento Paralelo al grano.
- 15.- Norma Técnica Peruana 251.014-80 MADERAS. Método de Determinación de la Compresión axial o paralela al grano.
- 16.- Norma Técnica Peruana 251.016-80 MADERAS. Método de Determinación de la Compresión perpendicular al grano.
- 17.- Norma Técnica Peruana 251.017-80 MADERAS. Método de Ensayo a la Flexión Estática.
- 18.- Norma Técnica Peruana 251.085-86 MADERAS. Determinación de la tensión paralela a las fibras.
- 19.- Norma Francesa, NF B51-013.
- 20.- Norma Francesa, NF B51-009.
- 21.- Norma Técnica Peruana de edificación E0.101-89 MADERAS. Agrupamiento de Maderas para uso estructural, Norma y Comentarios.

- 22.- PADT – REFORT, JUNAC. “Cartilla de construcción con madera”; Lima – Perú; 1980.
- 23.- PADT – REFORT, JUNAC. “Descripción General y anatomía de las maderas”.
- 24.- PADT – REFORT, JUNAC. “Manual de diseño para maderas del Grupo Andino”.
- 25.- Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002, Aróstegui, ANTONIO. “Recopilación y Análisis de Estudios Tecnológicos de Maderas Peruanas”; 1982.

ANEXOS

Anexo 1

Ejemplos de aplicación con datos de la Investigación Cuadro N° 101

DISEÑO DE UNA ARMADURA

(Basados en los parámetros dados en el Manual de Diseño para maderas de la Junac-PADT-REFORT)

Diseñar una armadura de un techo a dos aguas de 10 m., de luz y espaciada cada 1.20 m., destinada a cubrir un local escolar. Considerar que la armadura soportará cielo raso, según se muestra en la fig. 01:

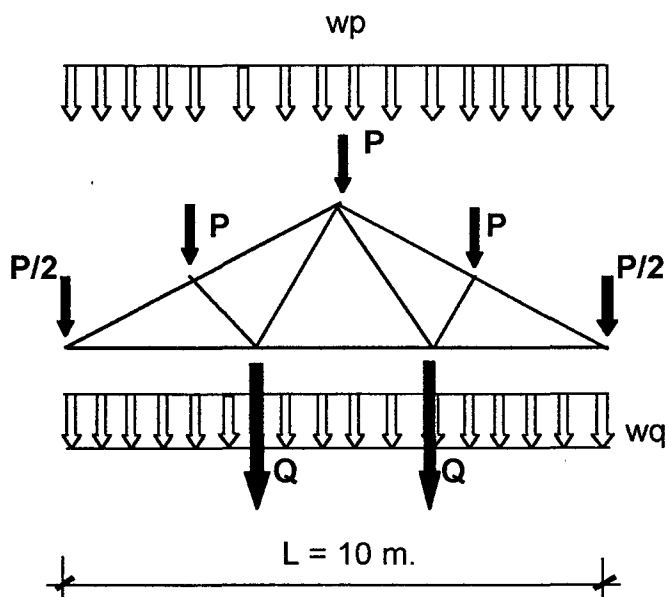


Fig. 01

1.- Bases de cálculo

- Se elige una armadura W con una pendiente de 1:2 ($\beta = 26.57^\circ$)
- Se usará madera quinilla colorada, cuyas propiedades son:

Fact.a Rad	0.02	β	=	0.46 Radianes
E(0.05)	= 131,800.00	kg/cm ² fm	=	328.00 kg/cm ²
S	= 1.20	m fc//	=	257.00 kg/cm ²
L	= 10.00	m ft	=	327.00 kg/cm ²
β (segs)=	26.57	fv	=	30.00 kg/cm ²

Todas las unidades son kg/cm²

- Considerando las siguientes cargas:

Peso propio de la armadura (ppa) aproximado (kg/m²) 15.00

(Este se puede determinar sumando todos los Coeficientes de Longitud (CL) de las barras, Ver más a delante 2b, multiplicado por la luz L y el peso por metro de una barra típica y dividiendo entre el espaciamiento de las armaduras).

Cobertura, planchas de asbesto - cemento corrugado de 5 mm peso por área útil. (Cpc) en kg/m ²	13.00
Correas y otros elementos (aprox.), (Crr) en kg/m ²	5.00
Total de carga muerta por m ² de cobertura, Tcm = (Cpc + Crr)	
Tcm (kg/m ²) =	18.00
Proyectando al plano horizontal (Pph) = Tcm/(cos β)	
Pph (kg/m ²) =	20.13
Cielo raso (actuando sobre la cuerda inferior) (Cr) kg/m ²	30.00
Sobrecarga	
Se adoptará una sobrecarga de diseño (Scd) kg/m ²	40.00

2.- Cargas y Análisis Estructural

a) Cargas uniformemente repartidas

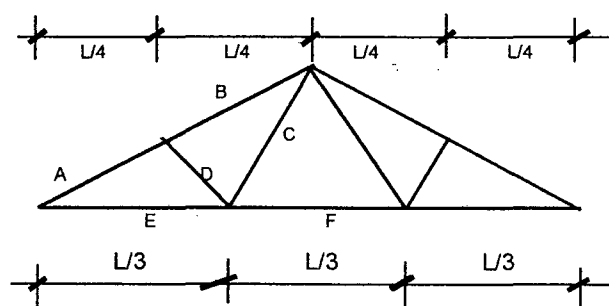
Carga repartida sobre cuerdas superiores $w_p = S_x (Scd + Pph + ppa)$

$$w_p \text{ (kg/m)} = 90.15$$

Carga repartida sobre cuerdas inferiores $w_q = Cr \times S$

$$w_q \text{ (kg/m)} = 36.00$$

b) Longitud de los elementos de acuerdo a las características de la figura.



Según los Coeficientes de Longitud (CL), tenemos:

Elemento	CL	L	Longitud (m)
A	0.280	10.00	2.80
B	0.280	10.00	2.80
C	0.300	10.00	3.00
D	0.150	10.00	1.50
E	0.333	10.00	3.33
F	0.333	10.00	3.33

c) Cargas concentradas equivalentes

$$P = w_p \times L/4 \quad P \text{ (kg) } = 225.38$$

$$Q = w_q \times L/3 \quad Q \text{ (kg) } = 120.00$$

d) Fuerzas axiales en las barras

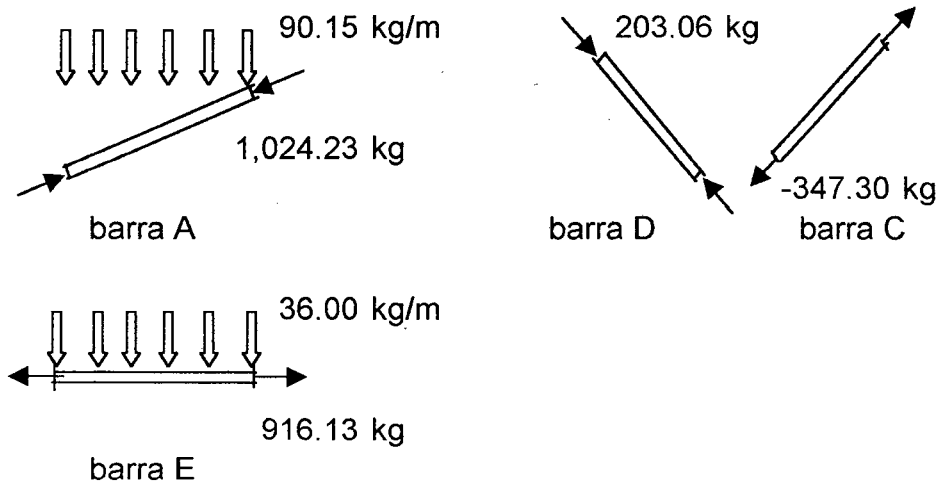
Según los coeficientes de carga C_p y C_q tengo:

$$N = N_p + N_q \text{ (kg)}$$

Elemento	C_p	C_q	N_p	N_q	N
A	3.354	2.236	755.91	268.32	1,024.23
B	2.795	2.236	629.93	268.32	898.25
C	-0.901	-1.202	-203.06	-144.24	-347.30
D	0.901	0.000	203.06	0.00	203.06
E	-3.000	-2.000	-676.13	-240.00	-916.13
F	-2.000	-1.333	-450.75	-159.96	-610.71

3.- Diseño de elementos

Se considerará por razones constructivas que los elementos A y B, E y F, así como C y D tendrán la misma sección. La armadura deberá estar perfectamente arriostrada para evitar el pandeo lateral de sus barras fuera del plano de la estructura.



Son las fuerzas actuantes en los elementos

3.a) Elemento A

La longitud efectiva del elemento para este tipo de trabajo a realizar puede ser tomada como $0.4 (l_1 + l_2)$; de igual manera se recomienda tomar un momento de $wL^2/10$, para cuerdas de dos tramos en donde L es $(l_1 + l_2)/2$. Luego de los CL

$$\text{Longitud efectiva (lef)} = 2.24 \text{ m}$$

$$\text{Longitud para momento (lpm)} = l_1 = L/4 \quad l_2 = L/4$$

$$lpm = 2.50 \text{ m}$$

$$\text{El Momento sera: (M)} = wp.L^2/10 = 56.34 \text{ kg-m}$$

Suponiendo una sección de 4 x 9 cm. Cuyas propiedades son:

$$\begin{array}{llll} A = bh & = & 36.00 \text{ cm}^2 & 9.00 \text{ h} \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \end{array} \\ I_x = bh^3/12 & = & 243.00 \text{ cm}^4 & \\ Z_x = bh^2/6 & = & 54.00 \text{ cm}^3 & 4.00 \text{ b} \end{array}$$

Para elementos sometidos a flexo - compresión se debe satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{km.M/Z}{f_m} < 1 \quad (A)$$

Donde:

N_{adm} , carga admisible, es función de la esbeltes

$$\lambda_x = lef/h = 24.89 > C_k = 17.98$$

$$N_{adm} = 0.329 \times E \times A / (\lambda_x^2) = 2,520.01 \text{ kg} \quad (B)$$

$$N_{cr} = (\pi^2 \times E \times I) / (lef^2) = 6,293.39 \text{ kg}$$

$$km = 1 / (1 - 1.5(N/N_{cr})) = 1.32 \quad (C)$$

Reemplazando B y C en A, se tiene.

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{km.M/Z}{f_m} < 1 \quad (D)$$

$$\frac{1,024.23}{2,520.01} + \frac{7,454.12}{17,712.00} \Rightarrow 0.83 < 1$$

Se verificó "D" y cumple por lo que esta OK. OK

El espaciamiento máximo entre correas, para garantizar una esbeltes fuera del plano de la cuerda (λ_y) igual o menor a la del plano (λ_x), será igual a: $l_c = \lambda_x \cdot b$

$$\text{en este caso } l_c = 99.56 \text{ cm} = 1.00 \text{ m}$$

Por lo tanto usar madera quinilla de 4 x 9 cm

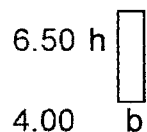
3.b) Elemento D

Se encuentra solicitado a compresión. Se recomienda tomar la longitud efectiva de este elemento 0.8 l_d . Para este caso:

$$l_{ef} = 0.8 (l_d) = 1.20 \text{ m}$$

Verifico con una sección de 4 x 6.5 cm

$$\text{Cuya area es } (A) = 26.00 \text{ cm}^2$$



$$\lambda = l_{ef}/b \quad 30.00 > C_k = 17.98$$

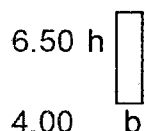
$$N_{adm} = 0.329 \times E \times A / (\lambda^2) = 1,252.69 > 203.06$$

Por lo tanto usar madera quinilla de 4 x 6.5 cm OK

3.c) Elemento C

Elemento sometido a tracción, verifico una sección de 4 x 6.5 cm.

$$N = f_t \cdot A = 8,502.00 >> 347.30 \text{ kg}$$



Por lo tanto usar madera quinilla de 4 x 6.5 cm OK

3.d) Elemento E

Elemento sometido a flexo - tracción

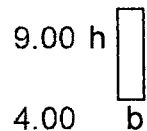
Cuerda inferior

$$M = (wq.L^2) / 8 = 49.90 \text{ kg-m}$$

Verifico una sección de 4 x 9 cm,

$$\text{Area} = 36.00 \text{ cm}^2$$

$$Z_x = 54.00 \text{ cm}^3$$



$$N / (ft \times A) + M / (Z \times fm) < 1$$

$$\frac{916.13}{11,772.00} + \frac{4,990.01}{17,712.00} = 0.36 < 1$$

OK

3.e) Secciones a usarse

Elemento	Sección	
	b (cm)	h (cm)
A	4.00	9.00
B	4.00	9.00
C	4.00	6.50
D	4.00	6.50
E	4.00	9.00
F	4.00	9.00

4.- Calculo de deflexiones

Calculo las deflexiones usando el metodo de trabajos virtuales, la deflexión en el punto A, puede ser hallada según:

$$\delta = \sum_{i=1}^n (N_i n_i l_i / E A_i)$$

en donde:

N_i = Fuerza axial en el elemento i

n_i = Fuerza axial en el elemento i, producida por una fuerza unitaria

aplicada en el punto, dirección y sentido para la cual se quiere evaluar las deflexiones, el punto A.

A, I, E han sido definidos anteriormente

i varía desde 1 hasta el número total de elementos.

Elemento	L	ni	Ni	A	NnL/A
A	280.000	1.491	1,024.23	36.00	11,877.68
B	280.000	1.491	898.25	36.00	10,416.67
C	300.000	-1.202	-347.30	26.00	4,816.84
D	150.000	0.000	203.06	26.00	0.00
E	333.000	-1.333	-916.13	36.00	11,296.10
F	333.000	-0.667	-610.71	36.00	3,767.95
A'	280.000	0.745	1,024.23	36.00	5,934.86
B'	280.000	0.745	898.25	36.00	5,204.84
C'	300.000	0.000	-347.30	26.00	0.00
D'	150.000	0.000	203.06	26.00	0.00
E'	333.000	-0.667	-916.13	36.00	5,652.29

Suma total 58,967.24

$$\delta = \sum_{i=1}^n (N_i n_i l_i / E A_i)$$

$$\delta = 0.45 \text{ cm}$$

La máxima deformación en la cuerda inferior puede evaluarse según la expresión:

$$\delta_f = 1.75 (1.15 \delta + w q (L)^4 \times 10000 / (E \cdot I))$$

$$\delta_f = 3.32 \text{ cm}$$

La deflexión máxima admisible es L/300

$$\text{Deflexión máxima es} = 3.33 \text{ OK}$$

Como la deflexión es menor que la admisible, el diseño esta muy bien

Anexo 2

Ejemplos de aplicación con valores de madera del grupo "A"

DISEÑO DE UNA ARMADURA

(Basados en los parámetros dados en el Manual de Diseño para maderas de la Junac-PADT-REFORT)

Diseñar una armadura de un techo a dos aguas de 10 m., de luz y espaciada cada 1.20 m., destinada a cubrir un local escolar. Considerar que la armadura soportará cielo raso, según se muestra en la fig. 01:

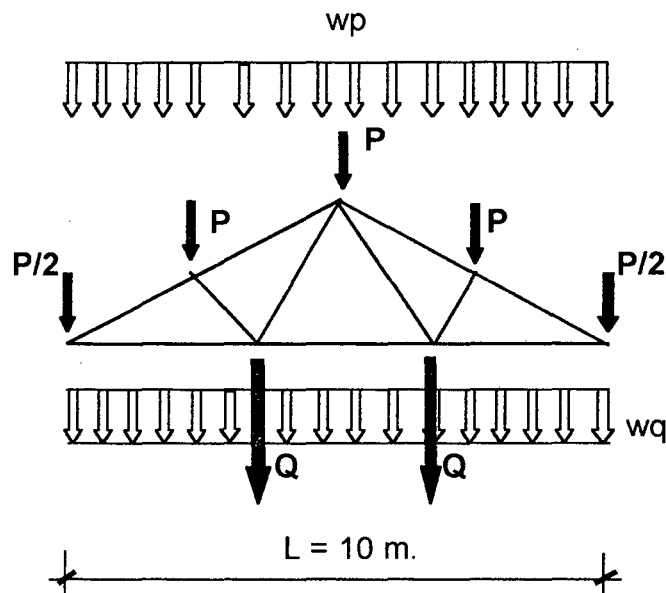


Fig. 01

1.- Bases de cálculo

- Se elige una armadura W con una pendiente de 1:2 ($\beta = 26.57^\circ$)
- Se usará madera quinilla colorada, cuyas propiedades son:

Fact.a Rad	0.02	β	=	0.46 Radianes
E(0.05)	= 95,000.00	kg/cm ² fm	=	210.00 kg/cm ²
S	= 1.20	m fc//	=	145.00 kg/cm ²
L	= 10.00	m ft	=	145.00 kg/cm ²
β (segs)	= 26.57	fv	=	15.00 kg/cm ²

Todas las unidades son kg/cm²

- Considerando las siguientes cargas:

Peso propio de la armadura (ppa) aproximado (kg/m²) 15.00

(Este se puede determinar sumando todos los Coeficientes de Longitud (CL) de las barras, Ver más adelante 2b, multiplicado por la luz L y el peso por metro de una barra típica y dividiendo entre el espaciamiento de las armaduras).

Cobertura, planchas de asbesto - cemento corrugado de 5 mm peso por área útil. (Cpc) en kg/m ²	13.00
Correas y otros elementos (aprox.), (Crr) en kg/m ²	5.00
Total de carga muerta por m ² de cobertura, Tcm = (Cpc + Crr)	
Tcm (kg/m ²) =	18.00
Proyectando al plano horizontal (Pph) = Tcm/(cos β)	
Pph (kg/m ²) =	20.13
Cielo raso (actuando sobre la cuerda inferior) (Cr) kg/m ²	30.00
Sobrecarga	
Se adoptará una sobrecarga de diseño (Scd) kg/m ²	40.00

2.- Cargas y Análisis Estructural

a) Cargas uniformemente repartidas

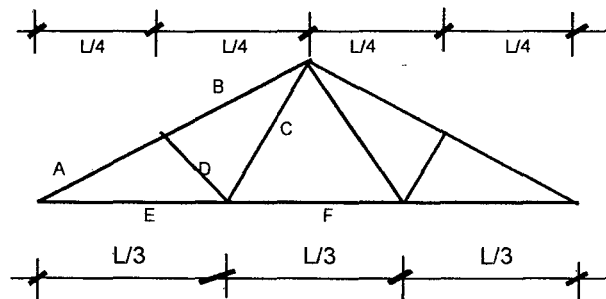
Carga repartida sobre cuerdas superiores $w_p = S_x (Scd + Pph + ppa)$

$$w_p \text{ (kg/m)} = 90.15$$

Carga repartida sobre cuerdas inferiores $w_q = Cr \times S$

$$w_q \text{ (kg/m)} = 36.00$$

b) Longitud de los elementos de acuerdo a las características de la figura.



Según los Coeficientes de Longitud (CL), tenemos:

Elemento	CL	L	Longitud (m)
A	0.280	10.00	2.80
B	0.280	10.00	2.80
C	0.300	10.00	3.00
D	0.150	10.00	1.50
E	0.333	10.00	3.33
F	0.333	10.00	3.33

c) Cargas concentradas equivalentes

$$P = w_p \times L/4$$

$$P \text{ (kg)} =$$

$$225.38$$

$$Q = w_q \times L/3$$

$$Q \text{ (kg)} =$$

$$120.00$$

d) Fuerzas axiales en las barras

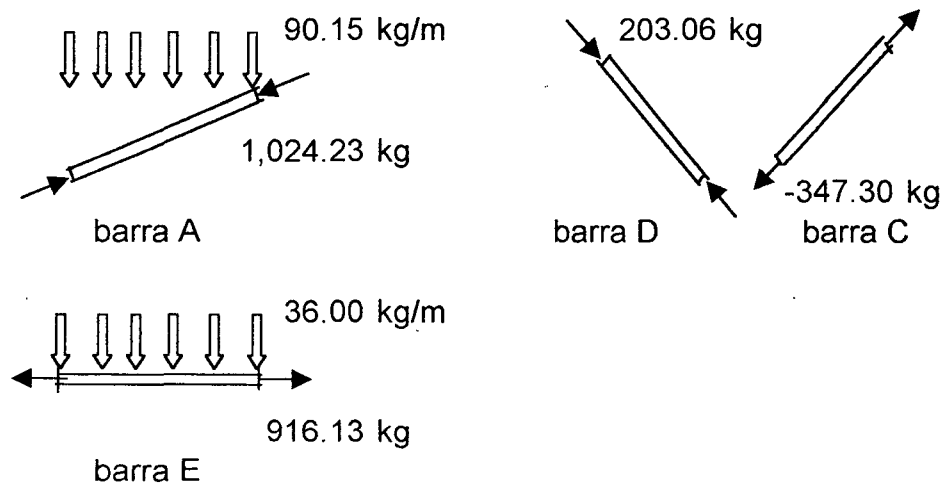
Según los coeficientes de carga C_p y C_q tengo:

$$N = N_p + N_q \text{ (kg)}$$

Elemento	C_p	C_q	N_p	N_q	N
A	3.354	2.236	755.91	268.32	1,024.23
B	2.795	2.236	629.93	268.32	898.25
C	-0.901	-1.202	-203.06	-144.24	-347.30
D	0.901	0.000	203.06	0.00	203.06
E	-3.000	-2.000	-676.13	-240.00	-916.13
F	-2.000	-1.333	-450.75	-159.96	-610.71

3.- Diseño de elementos

Se considerará por razones constructivas que los elementos A y B, E y F, así como C y D tendrán la misma sección. La armadura deberá estar perfectamente arriostrada para evitar el pandeo lateral de sus barras fuera del plano de la estructura.



Son las fuerzas actuantes en los elementos

3.a) Elemento A

La longitud efectiva del elemento para este tipo de trabajo a realizar puede ser tomada como $0.4 (l_1 + l_2)$; de igual manera se recomienda tomar un momento de $wL^2/10$, para cuerdas de dos tramos en donde L es $(l_1 + l_2)/2$. Luego de los CL

$$\text{Longitud efectiva (} l_{ef} \text{)} = 2.24 \text{ m}$$

$$\text{Longitud para momento (} l_{pm} \text{)} = l_1 = L/4 \quad l_2 = L/4$$

$$l_{pm} = 2.50 \text{ m}$$

$$\text{El Momento sera: (} M \text{)} = w_p.L^2/10 = 56.34 \text{ kg-m}$$

Suponiendo una sección de 4 x 9 cm. Cuyas propiedades son:

$$\begin{array}{llll} A = bh & = & 36.00 \text{ cm}^2 & 9.00 \text{ h} \\ I_x = bh^3/12 & = & 243.00 \text{ cm}^4 & \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \end{array} \\ Z_x = bh^2/6 & = & 54.00 \text{ cm}^3 & 4.00 \text{ b} \end{array}$$

Para elementos sometidos a flexo - compresión se debe satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{km.M/Z}{f_m} < 1 \quad (A)$$

Donde:

N_{adm} , carga admisible, es función de la esbeltes

$$\lambda_x = l_{ef}/h = 24.89 > C_k = 17.98$$

$$N_{adm} = 0.329 \times E \times A / (\lambda_x^2) = 1,816.40 \text{ kg} \quad (B)$$

$$N_{cr} = (\pi^2 \times E \times I) / (l_{ef}^2) = 4,536.21 \text{ kg}$$

$$km = 1 / (1 - 1.5(N/N_{cr})) = 1.51 \quad (C)$$

Reemplazando B y C en A, se tiene.

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{km.M/Z}{f_m} < 1 \quad (D)$$

$$\frac{1,024.23}{1,816.40} + \frac{8,520.02}{11,340.00} \Rightarrow 1.32 < 1$$

Se verificó "D" y no cumple

REDISEÑAR

El espaciamiento máximo entre correas, para garantizar una esbeltes fuera del plano de la cuerda (λ_y) igual o menor a la del plano (λ_x), será igual a: $l_c = \lambda_x \cdot b$

en este caso $l_c = 99.56 \text{ cm} = 1.00 \text{ m}$

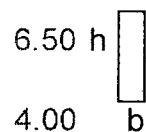
3.b) Elemento D

Se encuentra solicitado a compresión. Se recomienda tomar la longitud efectiva de este elemento $0.8 l_d$. Para este caso:

$l_{ef} = 0.8 (l_d) = 1.20 \text{ m}$

Verifico con una sección de $4 \times 6.5 \text{ cm}$

Cuya area es (A) = 26.00 cm^2



$\lambda = l_{ef}/b \quad 30.00 > C_k = 17.98$

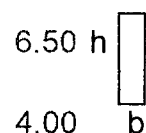
$N_{adm} = 0.329 \times E \times A / (\lambda^2) = 902.92 > 203.06$

Por lo tanto usar madera quinilla de $4 \times 6.5 \text{ cm}$ OK

3.c) Elemento C

Elemento sometido a tracción, verifico una sección de $4 \times 6.5 \text{ cm}$.

$N = f_t \cdot A = 3,770.00 >> 347.30 \text{ kg}$



Por lo tanto usar madera quinilla de $4 \times 6.5 \text{ cm}$ OK

3.d) Elemento E

Elemento sometido a flexo - tracción

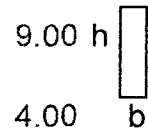
Cuerda inferior

$$M = (wq.L^2) / 8 = 49.90 \text{ kg-m}$$

Verifico una sección de 4 x 9 cm,

$$\text{Area} = 36.00 \text{ cm}^2$$

$$Z_x = 54.00 \text{ cm}^3$$



$$N / (f_t \times A) + M / (Z \times f_m) < 1$$

$$\frac{916.13}{5,220.00} + \frac{4,990.01}{11,340.00} = 0.62 < 1$$

OK

3.e) Secciones a usarse

Elemento	Sección	
	b (cm)	h (cm)
A	REDISEÑAR	REDISEÑAR
B	REDISEÑAR	REDISEÑAR
C	4.00	6.50
D	4.00	6.50
E	4.00	9.00
F	4.00	9.00

4.- Calculo de deflexiones

Calculo las deflexiones usando el metodo de trabajos virtuales, la deflexión en el punto A, puede ser hallada según:

$$\delta = \sum_{i=1}^n (N_i n_i l_i / E A_i)$$

en donde:

N_i = Fuerza axial en el elemento i

n_i = Fuerza axial en el elemento i, producida por una fuerza unitaria

aplicada en el punto, dirección y sentido para la cual se quiere evaluar las deflexiones, el punto A.

A, I, E han sido definidos anteriormente

i varía desde 1 hasta el número total de elementos.

Elemento	L	ni	Ni	A	NnL/A
A	280.000	1.491	1,024.23	36.00	11,877.68
B	280.000	1.491	898.25	36.00	10,416.67
C	300.000	-1.202	-347.30	26.00	4,816.84
D	150.000	0.000	203.06	26.00	0.00
E	333.000	-1.333	-916.13	36.00	11,296.10
F	333.000	-0.667	-610.71	36.00	3,767.95
A'	280.000	0.745	1,024.23	36.00	5,934.86
B'	280.000	0.745	898.25	36.00	5,204.84
C'	300.000	0.000	-347.30	26.00	0.00
D'	150.000	0.000	203.06	26.00	0.00
E'	333.000	-0.667	-916.13	36.00	5,652.29
Suma total					58,967.24

$$\delta = \sum_{i=1}^n (N_i n_i l_i / E A_i)$$

$$\delta = 0.62 \text{ cm}$$

La máxima deformación en la cuerda inferior puede evaluarse según la expresión:

$$\delta_f = 1.75 \left(1.15 \delta + w q (L)^4 \times 10000 / (E \cdot I) \right)$$

$$\delta_f = 4.60 \text{ cm}$$

La deflexión máxima admisible es L/300

$$\text{Deflexión máxima es} = 3.33 \text{ REDISEÑAR}$$

Como la deflexión es mayor que la admisible, se debe rediseñar teniendo en cuenta para ello los elementos sometidos a flexión



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFONO: 349-5669 FAX: 349-5670 - APDO. 456 - LA MOLINA - LIMA - PERU

CONSTANCIA

El Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria, deja constancia que:

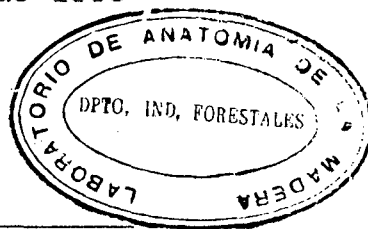
Las muestras de madera proporcionadas por el Sr. Jim Ruiz Orbe, Bachiller de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Tarapoto empleadas en su trabajo de tesis titulado "Determinación de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de Quinilla de Picota" corresponden a:

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Familia</u>
Quinilla Colorada	<i>Manilkara bidentata</i> Williams	Sapotaceae

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para el fin antes indicado.

La Molina, 26 de Julio de 1999

Ing. Manuel Chavesta Custodio
Lab. Anatomía de la Madera





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSTANCIA

EL SEÑOR JEFE DEL LABORATORIO N°1-ENSAYO DE MATERIALES, DEJA
CONSTANCIA :

Que el Bachiller en Ingeniería Civil el Sr. JIM RUIZ ORBE, identificado con L.E. N°01120083, domiciliado en Jr. Manuela Morey N°478 - Tarapoto, realizo ensayos en Madera para la realización de su tesis titulada "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA QUINILLA DE PICOTA", en el Laboratorio N°1-Ensayo de Materiales - FIC - UNI, desde el 14 de Junio de 1999 hasta el 18 de Agosto de 1999.

Se expide la presente constancia para los fines que estime conveniente.

Lima, 24 de agosto de 1999

Atentamente,

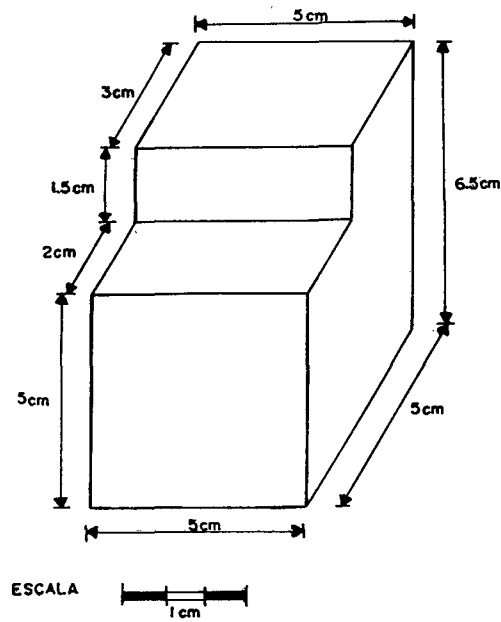
L.E.M.

ING. CARLOS IRALA CANI
JEFE DEL LABORATORIO N°1
ENSAYO DE MATERIALES

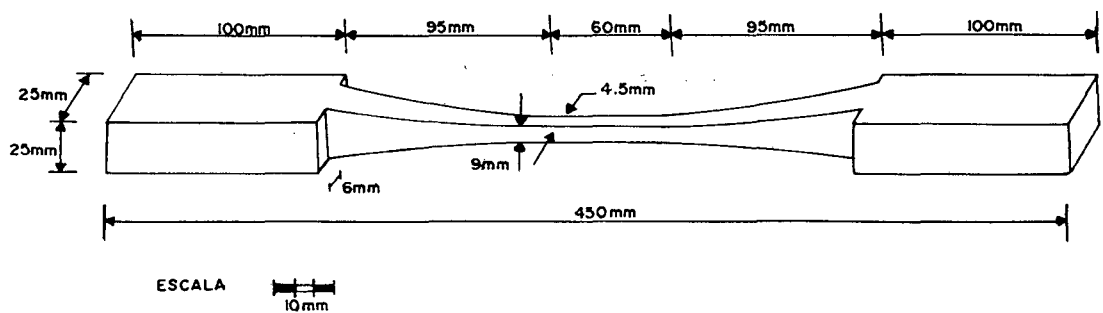


Anexo 5

Detalle de probeta para los ensayos al corte paralelo a la fibra o cizallamiento.



Detalle de probeta para los ensayos a la tracción paralela a la fibra.



HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURAS

(Junio de 1999)

Jesús María

DIAS DEL MES	HUMEDAD RELATIVA EN PORCENTAJE		TEMPERATURAS DE AMBIENTE	
	7:00 HORAS	13:00 HORAS	MAXIMA	MINIMA
1	100	94	20.00	14.40
2	98	95	20.30	14.20
3	100	97	19.40	14.10
4	99	95	20.00	14.90
5	98	97	21.00	15.30
6	95	96	20.00	15.80
7	96	90	19.00	15.90
8	93	80	20.00	15.40
9	98	85	20.50	14.20
10	99	85	19.90	14.50
11	93	90	18.20	14.30
12	96	84	18.30	14.10
13	97	96	16.50	14.90
14	91	86	18.00	15.30
15	96	83	20.00	15.30
16	98	79	19.50	14.90
17	91	85	19.50	15.40
18	97	96	16.50	15.20
19	92	79	17.50	15.20
20	93	82	18.50	15.40
21	95	86	18.90	14.90
22	95	91	18.00	15.00
23	94	82	18.50	14.90
24	94	88	19.00	15.00
25	95	90	19.00	15.20
26	94	86	19.00	13.20
27	95	83	20.90	16.30
28	94	77	20.30	15.10
29	92	87	18.40	15.20
30	96	90	18.60	15.80

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Estación Cahuide - Jesús María.

**PRODUCCION DE MADERA ROLLIZA POR
DEPARTAMENTO Y ESPECIE - AÑO 1995**

DEPARTAMENTO	ESPECIE	VOLUMEN m3
San Martín	Cedrillo	2,75
	Cedro	3.110,60
	Cedro Colorado	2.461,99
	Chontaquiro	340,56
	Cocobolo	75,24
	Congona	67,32
	Copaiba	158,36
	Cumala	1.256,71
	Faborita	257,46
	Higuerilla	30.249,89
	Higuerón	107,99
	Huacapu	1,98
	Huimba	2.223,05
	Ishpingo	10.298,06
	Isullija	46,53
	Lupuna	35,62
	Manchinga	855,16
	Marupa	57,74
	Mashona	2,07
	Moena	9.843,77
	Ojé	10,22
	Paliperro	43,26
	Palo ana	11,65
	Papelillo	55,54
	Pashaco	711,99
	Pinsha caspi	3,74
	Pucaquiro	1,49
	Quillos	18,73
	Quinilla	16,77
	Renaco	726,76
	Requia	3,96
	Rifari	9,60
	Rinón	871,20
	Sapote	2.100,70
	Shaina	0,99
	Shapana	25,25
	Tornillo	63.895,79
	Ucshaquiro	4,49
	Uriamba	32,73
	Vanasija	0,02
	Yurac sipra	9,90
	Otras especies	117,59

FUENTE : Direcciones Regionales y Sub-Regionales Agrarias
 ELABORACION : Instituto Nacional de Recursos Naturales -INRENA
 Dirección General Forestal

Anexo 8

**PRODUCCION DE MADERA ASERRADA
POR DEPARTAMENTO Y ESPECIE AÑO 1995**

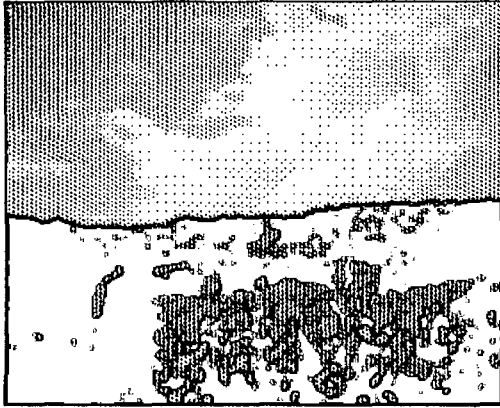
DEPARTAMENTO	ESPECIE	VOLUMEN m3
San Martín	Cedro	1.571,01
	Cedro colorado	1.243,43
	Chontaquiro	172,00
	Cocobolo	38,00
	Congona	34,00
	Copaiba	79,98
	Cumala	634,70
	Faborita	130,03
	Higuerilla	15.277,72
	Higuerón	54,54
	Huacapu	1,00
	Huimba	1.122,75
	Ishpingo	5.201,04
	Isullija	23,50
	Lupuna	17,99
	Manchinga	431,90
	Marupa	29,16
	Mashona	1,05
	Moena	4.971,60
	Oje	5,16
	Paliperro	21,85
	Palo ana	5,88
	Papelillo	28,05
	Pashaco	359,59
	Pinsha caspi	1,89
	Pucaquiro	0,75
	Quillos	9,46
	Quinilla	8,47
	Renaco	367,05
	Requia	2,00
	Rifari	4,85
	Riñón	440,00
	Sapote	1.060,96
	Shaina	0,50
	Shapana	12,75
	Tornillo	32.270,60
	Ucshaquiro	2,27
	Uriamba	16,53
	Vanasija	0,01
	Yurac sipra	5,00
	Otras especies	59,39
UCAYALY		203.173,71
	Aguano masha	365,40
	Anacaspi	16,37

FUENTE : Direcciones Regionales y Sub-Regionales Agrarias

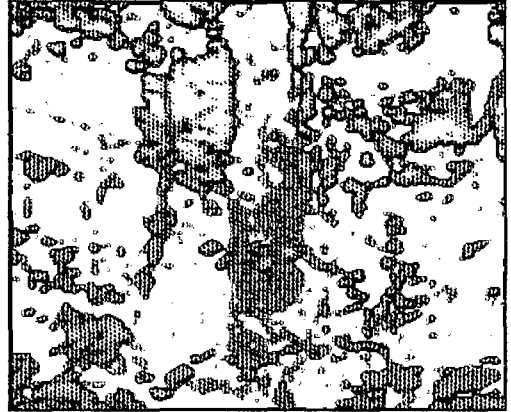
ELABORACION : Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA
Dirección General Forestal

Anexo 8

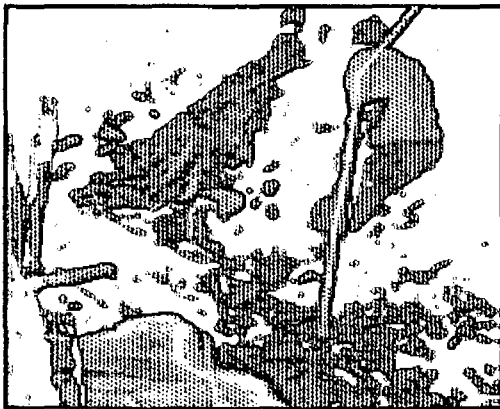
Anexo 9: Panel fotográfico



Bosque de donde se talará los árboles de
Quinilla colorada



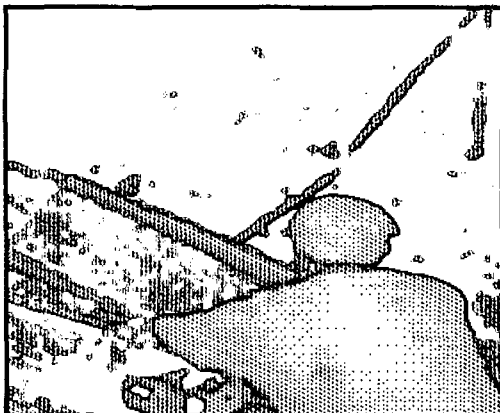
Árbol en pie de Quinilla colorada



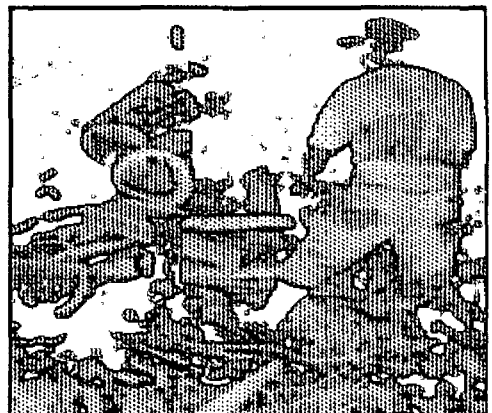
Árbol caído de Quinilla colorada
Se puede observar el Látex



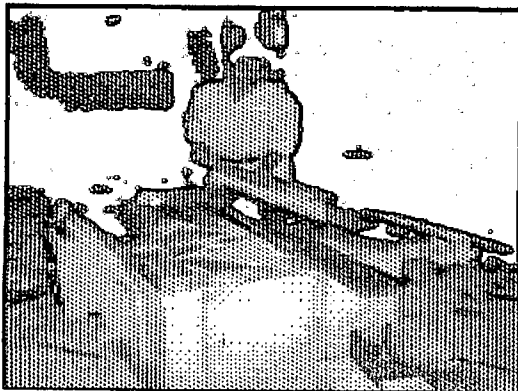
Medición de diámetro a la altura del pecho
y medición de vigas



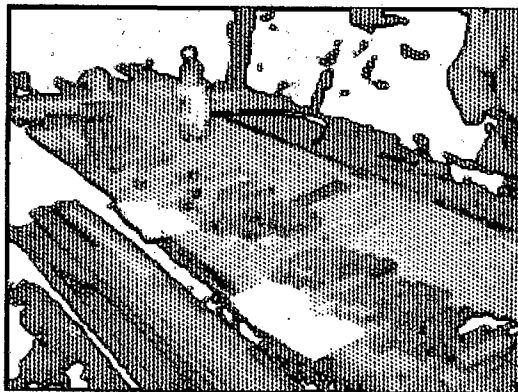
Proceso de cortado de vigas



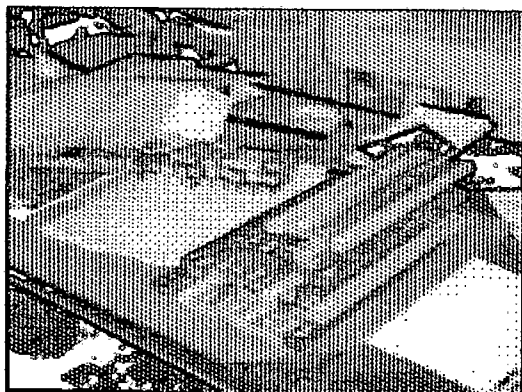
Obtención de las viguetas



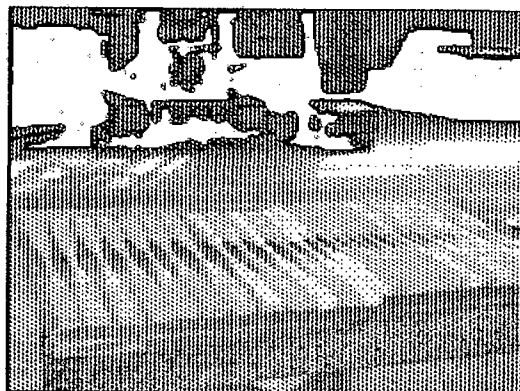
Habilitando la madera para la elaboración de probetas



Probetas para los ensayos físicos



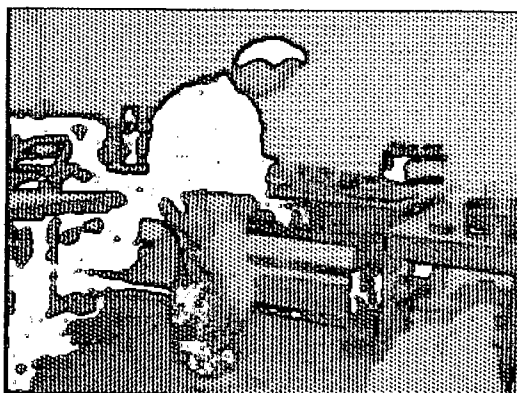
Probetas para los ensayos mecánicos de Flexión dinámica y dureza



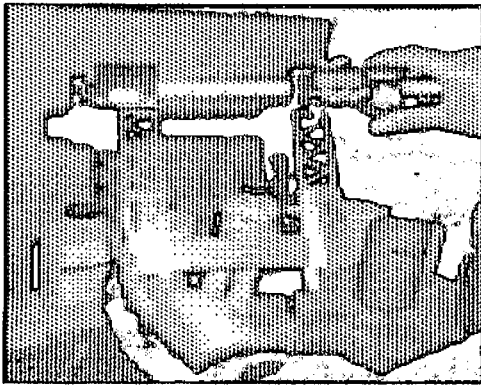
Probetas para los ensayos para la atracción paralela a la fibra



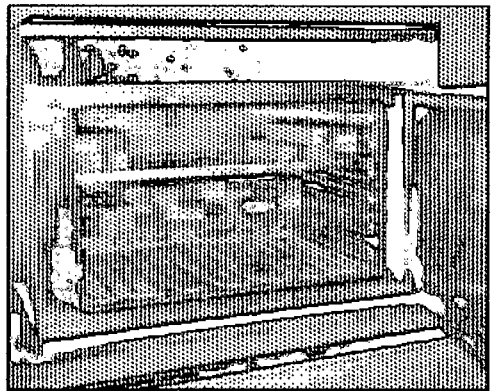
Verificación de escuadría en las probetas



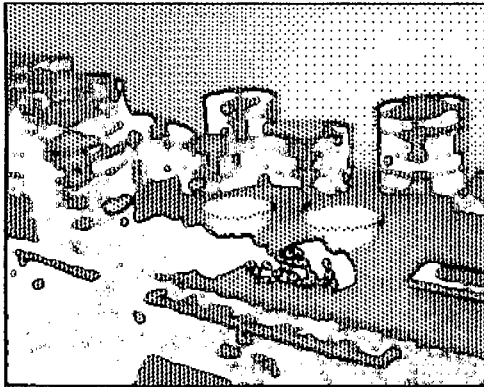
Pesando las probetas



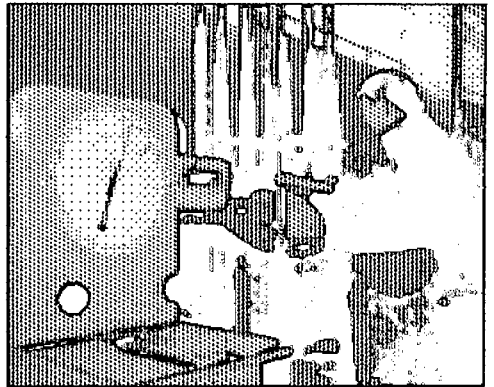
Obtención de las medidas de las probetas



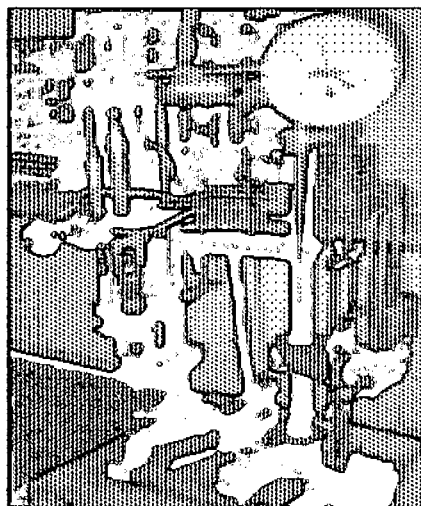
Secado de probetas



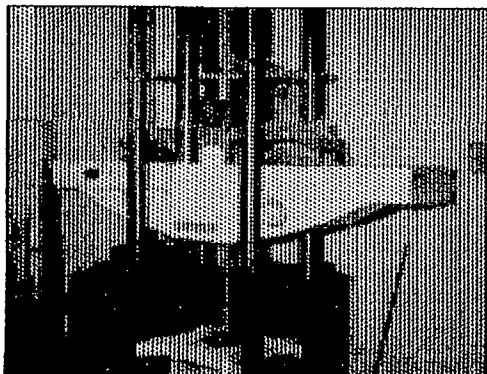
Probetas secas



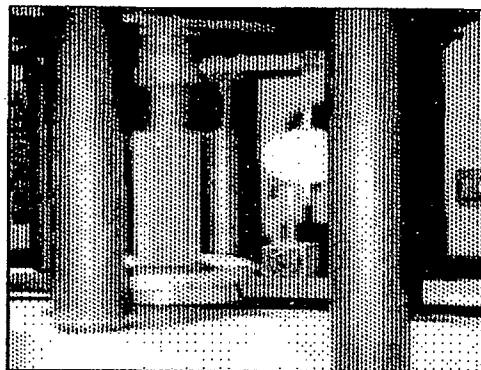
Ensayo a la flexión estática



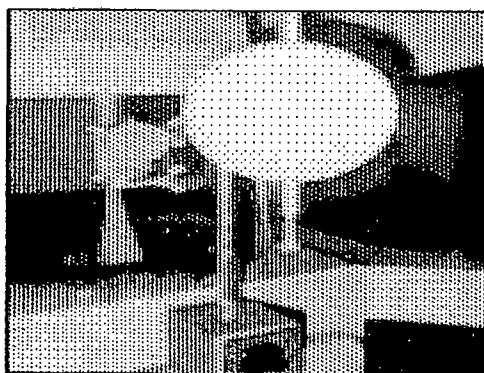
Maquina universal para ensayos a la Flexión dinámica y Dureza



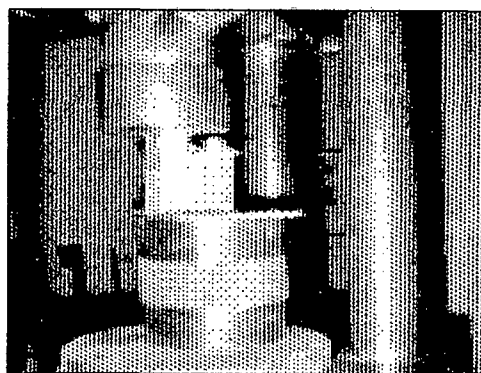
Ensayo a la flexión estática



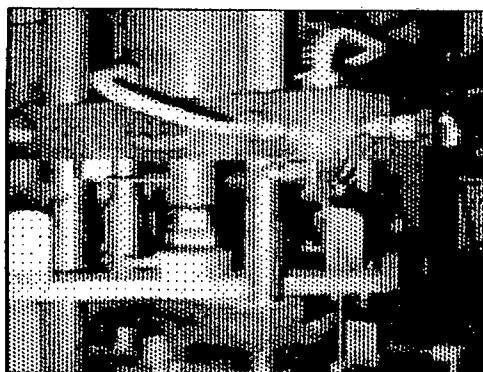
Ensayo a la compresión paralela de la fibra



Ensayo a la tracción paralela a la fibra



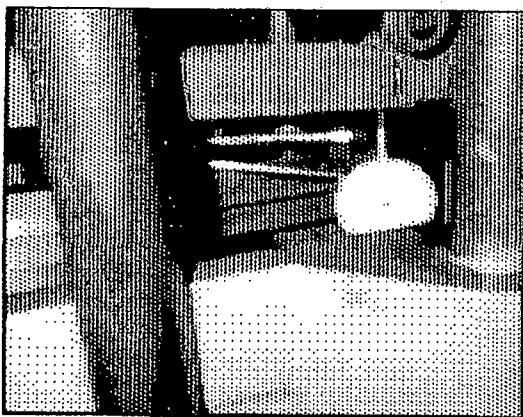
Ensayo al corte paralelo a la fibra o
cizallamiento



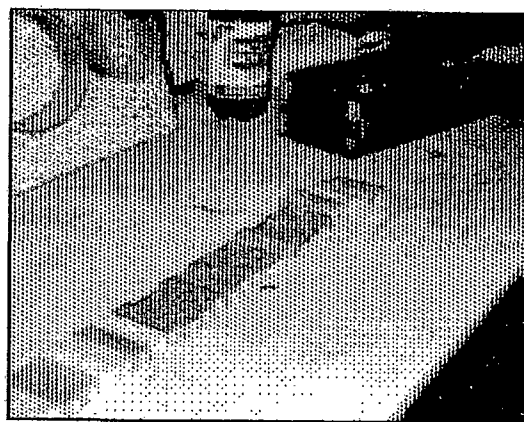
Ensayo a la dureza



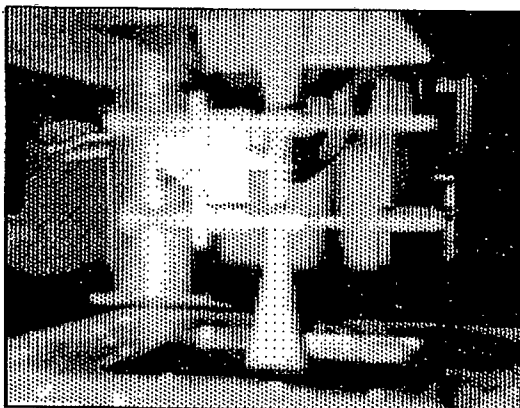
Ensayo a la flexión dinámica vista de perfil



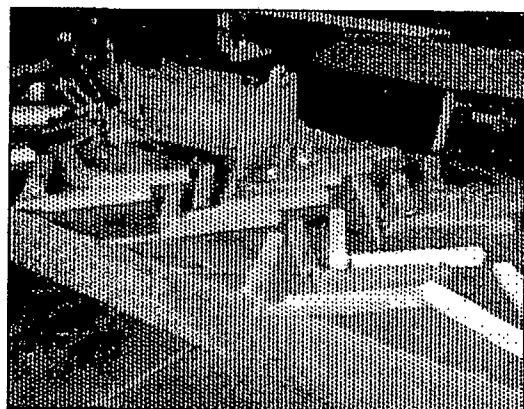
Se puede observar el estado verde de la madera
En el ensayo a la flexión estática



Probetas ensayadas a la dureza



Ensayo a la tracción paralela a la fibra



Probetas ensayadas a la flexión dinámica